NARAYANAIYAR'S

HAND-BOOK

ON

PRACTICAL CHAIN SURVEY.

TAMIL.

1907.

(*All Rights Reserved.*)

PRICE 12 ANNAS.] [POSTAGE EXTRA.

For Copies apply to

Messrs. V. Perumall Chetty & Sons,

Wholesale Stationers, &c. &c.,

MADRAS.

TO

HIS EXCELLENCY

THE HONOURABLE

Mr. Gabriel Stokes,

B.A., C.S.I., I.C.S.,

Governor of Fort Saint George and its Dependencies,

1906.

This Work

is, with kind permission, gratefully and respectfully dedicated

BY

Ever faithful, dutiful and humble servant,

P. R. NARAYANAIYAR,

Asstt. Director of Survey.

27TH MARCH 1906.

Madras:

PRINTED BY HOE AND CO. AT THE "PREMIER" PRESS.

OPINIONS.

Extract from letter from the Hon'ble MR. M. HAMMICK, C.S.I., I.C.S., *Member of the Executive Council, Fort Saint George.*

Many thanks for the book. I have no doubt it is excellent, but I am afraid I have no time just now to go through it in Tamil. You should publish an English edition of it.

Letter from R. C. C. CARR, Esq., I.C.S. (Bar-at-Law), *Resident of Travancore and Cochin, Camp, Ernakulum.*

DEAR MR. NARAYANAIYAR,

It was a great pleasure to me to receive your kind letter of the 4th instant, and I have examined your books with much interest. They are, both of them, admirably suited to the purpose and supply a long-felt want. The Hand-book of Chain Survey is especially useful, and I shall be glad to have two more copies when you can spare them, so that I may advise the Darbars to supply copies to all their Land Record Officers, including the Village Accountants. You have done great service to the cause of maintenance by the publication of this most practical and useful hand-book.

Yours very truly,
(Sd.) R. C. C. CARR.

Extract from letter from HARRY S. MULLINS, Esq.,
Acting Deputy Director of Survey, Madras.

Thank you for your proof copy of your latest production. I am afraid I am not sufficiently conversant with Tamil to be able to give an opinion of this book. But I do congratulate you on having found time to bring it out, and I hope you will arrange to have it printed and made generally available for sale in Telugu also.

DEAR SIR,

I have had the opportunity of looking through your Hand-book on Practical Chain Survey and of testing one or two of the problems in it, and I am sure that it will prove a boon to beginners and also to those who, not beginners, have not attained a very high standard of survey capacity. It should be especially useful to Karnams and Revenue Inspectors. I congratulate you on the successful issue of your labours.

Believe me,

Yours truly,

(Sd.) R. H. SHIPLEY.

Copy of letter from the Hon'ble Mr. A. G. Cardew, M.A., I.C.S., *Secretary to the Government of Madras.*

Dear Sir,

Many thanks for the proof copy of your Hand-book on Practical Chain Survey. I am sorry I have been so remiss as not to have acknowledged it sooner, and doubtless I should have written before if I had felt myself in any way competent to offer an opinion upon it. But it is very clearly arranged and printed, and I make no doubt but that it will do much to lighten the heavy lot of the Karnam, who must badly need some such guidance in these days of * * * Maintenance. I trust that the book will have a great success and will be welcomed among many peoples and languages.

Yours sincerely,

(Sd.) A. G. CARDEW.

Copy of letter from R. H. Campbell, Esq., I.C.S., *Collector of Vizagapatam.*

I have no doubt that your Hand-book on Practical Chain Survey will be very useful to Karnams and Revenue Inspectors. I am obliged to you for the proof copy.

Yours sincerely,

(Sd.) R. H. CAMPBELL.

Extract from letter from D. G. Hatchell, Esq., *Deputy Director of Survey, Madras.*

Dear Narayanaiyar,

Many thanks for your two books on Surveying and Chain Survey Tables and formulæ. The latter you sent to me when at home. Both should be of the greatest use to our Surveyors and the Karnams. It was very energetic of you to compile them both, and I hope you will be recompensed for your hard work.

Letter from the Hon'ble Mr. R. V. Srinivasier, B.A., C.I.E., *Dewan Bahadur, Inspector-General of Registration, Madras.*

Camp, Sennimalai.

My Dear Mr. P. R. Narayanaiyar,

I thank you very much for the presentation of your two very useful booklets on Tables and Practical Surveying. I have read portions here and there in the latter, and I was much pleased with the mode of treatment adopted. Several tough points which would puzzle even a practised surveyor are dealt with lucidly and concisely.

Coming from a veteran surveyor like yourself I am sure the book will be hailed with delight by all intelligent Karnams and Revenue Inspectors.

I suppose you contemplate bringing out a Telugu Edition. With kind regards, Yours sincerely,

(Sd.) R. V. SRINIVASIER.

Letter from M.R.Ry. R. SWAMINATHA AIYAR, AVL., B.A., *some time Professor in Mathematics, Presidency College, Madras, and now Deputy Collector, Coimbatore.*

DEAR MR. NARAYANAIYAR,

Your book has undergone considerable enlargement since last you sent me a copy in proof, and every page of it shows the immense amount of labour that you have bestowed upon the book to render it really useful to Karnams and Surveyors. There is great appropriateness in an officer of your long experience in practical survey undertaking to write a book on Chain Survey in the Vernacular, and I have little doubt that the various cases considered by you exhaust all the difficulties usually felt by beginners. The book supplies a real want and will doubtless simplify your work and that of your successors in survey schools.

Yours very sincerely,

(Sd.) R. S. AIYAR.

PREFACE.

THIS Hand-book is a collection of notes made, from time to time, for instructing Karnams, Surveyors and others in Practical Chain Survey.

The book is intended to render it possible, for any ordinary Surveyor with an elementary knowledge of arithmetic, to survey easily and cheaply, at no sacrifice of accuracy with *chain and cross staff* alone, any locality whatsoever, to refix any stone wherever missing, and to compute area of any field howsoever measured.

The want of such a book in the vernaculars of the country has long been felt by Surveyors and Karnams.

I have endeavoured to do my best to make myself serviceable by publishing the notes in a form adapted to the requirements, and by such an attempt I have only discharged a faithful and pleasurable duty.

What is most gratifying to me is that I have been fortunate enough to be able to dedicate such a simple book to so great a personage as His Excellency the Governor of Madras.

SALEM,
24th March 1906. } P. R. NARAYANAIYAR.

CONTENTS.

CHAPTER I.

INSTRUMENTS. PAGE

1. To test and correct a ten-links standard or offset pole—
   - (*a*) By scale 21
   - (*b*) By tape 21
2. To test and correct a chain ... 22
3. To test a cross-staff 23
4. To get a correct offset with an incorrect cross-staff. (Figs. 1 & 2.) 23

CHAPTER II.

SQUARES AND SQUARE ROOTS.

1. Definition 24
2. How to extract a square root. 25

CHAPTER III.

PROPERTIES OF RIGHT-ANGLED AND SIMILAR TRIANGLES AND CONSTRUCTION OF RIGHT ANGLES.

PAGE

I. Properties of right-angled triangles—

(*a*) Definition 31

(1) Hypotenuse. (Fig. 3) ... 31

(2) Segment. (Fig. 4) ... 32

(3) Perpendicular and Base. (Fig. 5) 32

(*b*) Relation of the sides to the hypotenuse. (Fig. 6) ... 33

(*c*) Relation of segments to perpendicular and sides. (Fig. 7) 35

II. Properties of similar triangles. Definition and illustration. (Figs. 8 & 9) 36

III. Construction of right angles with the chain alone 38

PAGE

1. To erect a perpendicular—

(*a*) By forming a right-angled triangle with the chain, keeping the sides of the triangle in the ratio of 3 : 4 : 5. (Fig. 10) ... 38

(*b*) By forming an isosceles triangle. (Fig. 11) ... 39

2. To drop a perpendicular on a chain line from a given point without it, with the aid of chain alone—

(*a*) By forming a right angle at the point to be offsetted. (Fig. 12) 40

(*b*) & (*c*) By forming similar right-angled triangles on the chain line. (Figs. 13 and 14) 41

(*d*) By forming any triangle on the chain line. (Fig. 15). 43

CHAPTER IV.

MEASUREMENT OF LINES.

PAGE

1. To measure on slopes or inclined surfaces. (Fig. 16) 44

2. To align or range flags when the flags become invisible 45

(*a*) When the flags are invisible from one station to another... 45

(1) Without the aid of cross-staff 45

(2) With the aid of cross-staff 46

(*b*) When the flags become invisible after a certain distance 46

3. To measure obstructed lines.

(*A*) When the stations are visible from each other but not chainable 47

(*a*) With the aid of cross-staff—

(1) Rectangular method. (Figs. 17, 18 & 19). 47

PAGE

(2) By forming a right angle outside the line. (Fig. 20) 49

(3) By forming an isosceles triangle. (Fig 21) ... 50

(4) By forming a right angle on the line. (Fig. 22). 51

(*b*) Without the aid of cross-staff—

(1) By forming equal triangles. (Fig. 23) ... 51

(2) By forming similar triangles. (Figs. 24, 25 & 26) 52

(*B*) When the stations are both invisible and not chainable—

(*a*) With the aid of cross-staff. 54

(1) By offsetting both the stations on any line. (Fig. 27) 54

(2) By forming a parallelogram. (Figs. 28 to 31). 54

(*b*) Without the aid of cross-staff 56

PAGE

(*c*) To measure between two visible but inaccessible points (by the obstruction of a river, etc.) 57

I. When only one of the points is inaccessible—

(*a*) By forming equal right-angled triangles. (Fig. 32). 57

(*b*) By forming similar right-angled triangles—

(1) First method. (Fig. 33). 58

(2) Second method. (Fig. 34). 59

(*c*) By forming a rhombus without the aid of cross-staff. (Fig. 35) 60

II. When both the points are inaccessible—

(*a*) By forming equal triangles. (Fig. 36) 61

(*b*) By finding offset lengths to both the stations on any line. (Fig. 37) 62

PAGE

III. When more points than two are inaccessible. (Fig. 38) 63

4. To take offsets on an obstructed line by getting a parallel line—

(*a*) By forming a rectangle when the flags are visible from each other. (Figs. 39 and 40) 65

(*b*) By forming similar triangles (Fig. 41) 66

(*c*) By offsetting both the stations on any line. (Fig. 42). 67

(*d*) By forming a right-angled parallelogram. (Fig. 43) ... 68

(*e*) By making alternate angles right angles. (Fig. 44) ... 70

5. To measure obstructed offsets—

(*a*) When the offset is accessible but not visible from the chain line. (Fig. 45). 71

(*b*) When it is visible but not accessible—

(1) First method. (Fig. 46). 72

(2) Second method. (Fig. 47). 72

PAGE

6. To connect on an immeasurable traverse line a purtal line from a Theodolite station. (Fig. 48) ... 73

7. To compute offset and chain distances on a given line from those taken on another line not parallel to the given line. (Figs. 49 to 52) ... 74

8. To calculate distances between ffsetted points. (Figs. 53 to 55) ... 77

CHAPTER V.

MEASUREMENT BY CHAIN OF BLOCKS NOT CHAINABLE WITHIN.

1. By offsetting all the stones on any convenient line, the offsets being either actually measured or calculated. (Fig. 56) 82

2. By offsetting all the stones on any two convenient lines at right angles to each other. (Fig. 57) ... 83

3. By offsetting all the points on a series of lines at right angles to one another successively. (Fig. 58 *a* & *b*) 84

PAGE

4. By offsetting all the points on three sides of any convenient well-conditioned triangle enclosing the figure. (Fig. 59) 85

5. By offsetting all the points on the four sides of any convenient rectangle enclosing the figure. (Fig. 60) 85

6. By offsetting all the points on the four sides of any convenient quadrilateral, having one of its angles a right angle. (Fig. 61) ... 86

7. By offsetting all the points on the sides of any rectilineal figure having not more than three of its contiguous angles oblique angles. (Fig. 62) 87

8. To survey an obstructed field whose boundary stones are not accessible for chain, though visible from a distance. (Fig. 63) 87

CHAPTER VI.

1. To connect detached pieces of lands in an unsurveyed block by

PAGE

chain and cross-staff only—

(*a*) By means of offsets and triangles. (Fig. 64) ... 89

(*b*) By means of a series of straight lines at right angles to each other successively. (Fig. 65) 90

CHAPTER VII.

PLOTTING.

1. Explanation and definition of Eyesketch and Plotted map ... 92
2. Eyesketch and Plotted map compared 92
3. Direction and Scale of plan ... 94
4. Preparation of eye sketch ... 95
5. Articles required for plotting ... 97
6. Description of the sundry articles. 97
7. Scales with representative fraction 98
8. Bit 99
9. Compass 100
10. Drawing board 100

PAGE

11. Shape ruler 100
12. Measurement of Curved lines. 100
13. Methods of Survey 101
14. Triangulation 101
15. Diagonal and offset method. 102
16. Angular Measurement ... 102
17. How to fix a point or position. 102
18. Independent checks 103
19. Tie lines 103
20. Long offsets in triangles ... 104
21 & 22. Ratio of plans to the ground and to one another ... 105
23 & 24. Reduction and enlargement of plotted map or plans without replotting 106

CHAPTER VIII.

COMPUTATION OF AREA.

1. Of a square. (Fig. 69)... ... 108
2. Of a rectangle or oblong.(Fig.70). 109
3. Of a right-angled triangle. (Fig. 71) 109

PAGE

4. Of any triangle—

(*a*) When the vertex is offsetted on a base. (Fig. 72 *a* & *b*). 110

(*b*) When the three sides alone are given—

(1) Arithmetically by applying the formulæ 110

Area $= \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ where s representing half the sum of the three sides *a*, *b*, *c*. (Fig. 73).

(2) By calculating the offset and segment. (Figs. 74 & 75) 111

5. Of any quadrilateral—

(*a*) When the opposite corners are offsetted on a diagonal. (Fig. 76) 114

(*b*) When they are not so off-setted (Fig. 77) 115

6. Of a quadrilateral one of whose angles is a right angle (Fig. 78) ... 116

7. Of a quadrilateral any two angles of which are right angles ... 117

PAGE.

(*a*) When the right angles are opposite to each other. (Fig. 79.) 118

(*b*) When they are adjacent to each other. (Fig. 80.) ... 119

8. Of a parallelogram whose angles are not right angles. (Fig. 81.) ... 120

9. Of a trapezoid, *i.e.*, of a quadrilateral which has two of its sides parallel but none of its angles a right angle. (Fig. 82.) 120

10. To find out the difference in area of the two right-angled triangles formed by the two offsets on the opposite sides of a diagonal line. (Fig. 83.) 121

11. To calculate the area of any rectilineal figure, the bends of which have all been offsetted on a single G line.—

(*a*) When the G line passes wholly within the figure. (Fig. 84.)... 122

PAGE

(b) When the G line passes wholly outside the figure. (Fig. 85.) 124

(c) When the offsets cross the boundary lying partly within and partly outside. (Fig. 86.) 125

12. To find the area of the subdivisions of a field when the stones have all been offsetted on a single G line. (Figs. 87 & 88.) 126

CHAPTER IX.

REFIXING THE POSITION OF MISSING STONES.

1. When one of the stones in a triangle which has not been offsetted is missing and when the sides are either given or can be measured on the ground or calculated.—

(a) By taking proportionate parts. (Fig 89.) 138

(b) By calculating offset and chain distances. (Fig. 90.) 140

PAGE

2. When the survey has been made by diagonal and offset method.—

(*a*) When one of the stones which has been offsetted in the field map on any G line is missing and when the station stones exist. (Fig. 91.) 141

(*b*) When one of the station stones and an offset stone adjoining it are missing. (Fig. 92.)... 142

(*c*) When one of the station stones and an offset stone not adjoining it are missing. (Fig. 93.)... 144

(*d*) When both the station stones are missing and two adjoining offset stones on the same side exist. (Fig. 94.) 145

(*e*) When both the station stones are missing and two offset stones not adjoining but on the same side exist. (Fig. 95.)... 147

PAGE

(*f*) When both the station stones are missing and two offset stones on opposite sides exist. (Fig. 96.) ... 148

3. When one of the stones in a survey made on the block system is missing where the field boundary measurements alone being available and the maps are plotted to scale. (Fig. 97.) 150

CHAPTER I.

அத்தியாயம் 1.

INSTRUMENTS.

கருவிகள்.

1. To test and correct a ten (10) links standard (offset) pole.

பத்து லிங்க்ஸ் ஸ்டான்டேர்டு (ஆப்செட்டு) கோலை சோதித்து திருத்தும் வழி.

(*a*) By scale.

ஸ்கேலினல்.

16 அங்குல ஸ்கேலில் 3960 லிங்க்ஸ் என்கிற அளவையாகிலும் அல்லது 40 அங்குல ஸ்கேலில் 1584 என்கிற அளவையாகிலும் கம்பாஸில் எடுத்து ஆப்செட்டு கோலில் ஒரு லிங்குக்கு சரியாயிருக்கிறதாவென்று சோதித்து அதேகம்பாஸை பத்து தடவை ஷெ கோலின் பேரில் திருப்பினல் பூராவையும் தனிக்கை செய்யலாம். வித்தியாசமிருந்தால் சீர்திருத்திக்கொள்ள வேண்டியது.

(*b*) Another method :—By tape.

மற்றொரு வழி—டேப்பினல்.

டேப் இருந்தால் அதில் சாதாரணமாய் பின்புறம் போட்டிருக்கும் லிங்க்ஸ் அடையாளத்தாலும் தனிக்கை செய்யலாம். இம்மாதிரி தனிக்கைசெய்து சரியாய் பத்து லிங்க்ஸ் இருக்கும்படி திருத்தவேண்டியது.

2. To test and correct a chain.

சங்கிலியை சோதிந்து திருந்தும் வழி.

ஒரு சமமான தரையாகப் பார்த்து இரண்டு முளை களை கெட்டியாய் அடித்து அவைகளின் மத்தியில் சங்கி லியை இழுத்து மாட்டி இரண்டு ஆப்செட்டு கோல்களை ஒன்றோடு ஒன்று சேரும்படி சங்கிலியின்பேரில் வைத்து ஒன்று மாற்றி ஒன்றாய் எடுத்து ஜாக்கிரதையாய் அளக்க வேண்டும். சங்கிலி சரியாயிருந்தால் ஷை முளைகளை நகர்த்த வேண்டியதில்லை. சரியாய் இல்லாமலிருந்தால் சரியான இடத்திற்கு நகர்த்தி அடிக்கவேண்டும். ஐம்பது (50) லிங்க்ஸினிடம் ஒரு முளை அடிப்பதும் நலம். ஒவ்வொரு பத்து (10)லிங்க்ஸிலும் போடப்பட்டிருக்கும் அரசிலையை அனுசரித்து அவைகளின் பக்கத்தில் பத்து லிங்க்ஸ் கோலை சேர்த்து வைத்ததை எடுத்ததும் ஒவ்வொரு சிறு முளையை அடிப்பது அதிக சவுகரியம். சங்கிலி அதிக நீளமாயிருந்தால் எந்த பாதியில் அல்லது எந்த பத்து லிங்க்ஸில் அதிகமாக இருக்கிறதோ அதில் சரியான அளவு வரும் வரையில் சில வளையங்களை எடுத்துவிட வேண்டியது. கம்மியாக இருந்தால் சரியான நீளம் கிடைக்கும் வரையில் சில வளையங்களை சேர்க்கவேண்டியது. எடுக்கப்படும் வளையங்களை சங்கிலியிலேயே தொங்கவிடவேண்டியது. பின்னிட்டு பிரதிகாலையிலும் அளவுக்கு முந்தி ஷை சங்கிலியை மேற்கண்ட முளைகளில் மாட்டி எடுப்பதே போதும்.

3. To test a cross-staff.

கிராஸ்டாபை சோதிக்கும் வழி.

கிராஸ்டாப்பின் ஒரு வரையினால் சுமார் 5 சங்கிலிக்கு மேற்பட்டிருக்கும் ஒரு ஜண்டா, மத்தியில் தெரியும்படி

கிராஸ்டாபை திருப்பிவைக்க வேண்டியது. மற்றொரு வரையின் நடு மத்தியில் தெரியும்படி சுமார் 5 சங்கிலி தூரத்தில் வேறு ஒரு ஜண்டாவை நிறுத்த வேண்டியது. பின்னிட்டு கிராஸ்டாப் குத்தின இடம் மாறாமல் முதலில் பார்த்த ஜண்டா இரண்டாவது பார்த்தவரையின் மத்தியில் தெரியும்படி கிராஸ்டாபை கால் சுத்து திருப்ப வேண்டியது. அப்புறம் கிராஸ்டாபை தொடாமல் மற்றொருவரையின் மத்தியில் இரண்டாவது ஜண்டா தெரிகிறதாவென்று பார்க்கவேண்டியது. அப்படி தெரிந்தால் கிராஸ்டாப்பு சரியென்றும் தெரியாவிட்டால் பிசகு என்றும் அறியவேண்டியது. பிசகாயிருக்கும் கிராஸ்டாபை திருத்தி சரி செய்ய முடியாது. வேறேதான் செய்விக்கவேண்டியது. ஆனால் பிசகான கிராஸ்டாப்பினால் சரியான ஆப்செட்டு அடியில் விவரித்திருக்கிறபடி எடுக்கலாம்.

4. To get a correct offset with an in correct cross-staff.

பிசகான கிராஸ்டாப்பினால் சரியான ஆப்செட்டு எடுக்கும் விதம்.

Fig. 1.

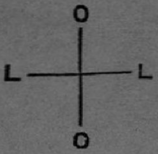
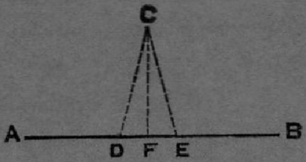


Fig. 2.



A B என்கிற லயனில் C என்னும் குறிக்கு ஆப்செட்டு எடுக்கவேண்டி இருக்கிறது. கிராஸ்டாப்பின்

இரண்டு நேர்க்கோணவரையின் பக்கம் O L என்று குறிப்பான அடையாளம் போட்டுக்கொள்ள வேண்டியது. L குறியிட்ட வரையில் AB லயனைப்பார்த்து O குறியிட்ட வரையில் C கல்லைப் பார்த்ததில் D என்னும் குறியில் ஆப்செட்டு வருகிறது. மறுபடி அதே D என்னும் குறியில் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி O என்னும் குறியிட்ட வரையை AB லயனுக்கு நேராக வைத்து L வரையில் பார்க்க C கல் காணப்படாததால் கிராஸ்டாப் தப்பென்று அறிந்தோம். O வரையில் AB லயனைப்பார்த்து L வரையில் C தெரியும்படியான இடம் எது வருகிறதென்று பார்க்க E ஏற்படுகிறது. DE யை அளந்து அதன் நடுமத்தியாகிய F யை கண்டுபிடித்தால் அதுதான் சரியான கிராஸ்டாப்பினால் C கல்லுக்கு ஆப்செட்டு வரக்கூடிய இடம். CF யை அளந்தால் சரியான ஆப்செட்டு தெரியும்.

CHAPTER II.

அத்தியாயம் 2.

SQUARES AND SQUARE ROOTS.

வர்க்கமும் மூலமும்.

1. Definition.

ஓர் எண்ணை அதே எண்ணினால் பெருக்கினால் வரும் மொத்தத்திற்கு ‘ வர்க்கம் ’ (Square) என்றும், எந்த எண் அதே எண்ணினால் பெருக்கப்படுகிறதோ அதற்கு ‘ மூலம் ’ (Root) என்றும் பெயர்.

உதாரணம்:—

மூலம்.		வர்க்கம்.
8	–	64
17	–	289
223	–	49,729

ஓர் வர்க்க எண்ணுக்கு மூலம் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்பதை காட்ட $\sqrt{\ }$ என்னும் சங்கேதக்குறி உபயோகப்படுத்தப்படும்.

அதாவது $\sqrt{25}$ என்பதினால் 25 என்னும் வர்க்க எண்ணுக்கு மூலம் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமென்பதை காட்டும்.

உதாரணம்:—

$$\sqrt{81}=9$$
$$\sqrt{2{,}116}=46$$
$$\sqrt{2{,}36{,}196}=486$$

2. How to extract a square root.

ஒரு 'வர்க்க' எண்ணுக்கு 'மூலம்' கண்டுபிடிக்கும் வழி:—

1. ஒரு (ஸ்தானம்) எண்ணுள்ள மூல எண்களுக்கு வர்க்கங்கள் முதலில் வாய்ப்பாடமாய் தெரிந்து கொள்ளவேண்டியது.

உதாரணம்:—

மூலம்.		வர்க்கம்.
1	—	1
2	—	4
3	—	9
4	—	16
5	—	25
6	—	36
7	—	49
8	—	64
9	—	81
10	—	100

2. இரண்டு எண்களுக்கு மேற்படாத வர்க்கத்திற்கு 'மூலம்' வேண்டுமானால், மேற்கண்ட வாய்ப்பாட்டைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்க வேண்டியது. கொடுத்த வர்க்கம் வாய்ப்பாட்டில் கண்ட வர்க்கத்திற்கு சம்மந்தப்படாமலிருந்தால் அது வாய்ப்பாட்டில் கண்ட வர்க்கத்தில் எதற்கு சமீபிக்கிறதோ அதின் மூலத்தைகொடுத்த வர்க்கத்தின் மூலமாக வைத்துக்கொள்ளலாம்.

உதாரணம்.:—

49 இதற்கு வாய்ப்பாட்டின்படி மூலம் 7 ஆகிறது. 77 இது வாய்ப்பாட்டில் கண்ட வர்க்கத்தில் சம்பந்தப்படவில்லை. ஆனால் 81 க்கு சமீபிக்கிறது. ஆகையால் அதின் மூலம் 9.

85 இது வாய்ப்பாட்டில் கண்ட 81 க்கு சமீபிக்கிறது. ஆகையால் இதின் மூலம் 9.

3. இரண்டு எண்களுக்கு மேற்பட்ட தொகைக்கு 'மூலம்' கண்டுபிடிக்க வேண்டுமானால் ஷெ மொத்தத்தின் வலதுகடைசி எண்ணின்பேரில் ஒரு புள்ளிவைத்து அதினின்று இடதுபுறமாய் ஒரு எண்விட்டு அடுத்த எண்ணின்பேரில் ஒவ்வொரு புள்ளியாக வைக்கவேண்டியது.

உதாரணம் :—

(1) $5,\dot{7}7\dot{6}$

(2) $8,\dot{3}0\dot{0}$

(3) $\dot{7}3,\dot{9}8\dot{4}$

(4) $\dot{9}6,\dot{4}6\dot{5}$

(5) $4,\dot{8}5,\dot{8}0\dot{9}$

(6) $8,\dot{2}3,\dot{8}6\dot{2}$

(7) $9,\dot{9}0,\dot{6}2\dot{5}$

இப்படி புள்ளிகள் வைத்தவுடனே நமக்கு கிடைக்க வேண்டிய 'மூலம்' எத்தனை புள்ளிகள் வைக்கப்பட்டதோ அத்தனை எண்கள் உடையது என்று அறியலாம்.

4. பின்னிட்டு இடதுபுறத்தில் முதல்புள்ளி வரைக்கும் உள்ள எண் அல்லது எண்களில் அடங்கிய பெரியமூலத்தை வாய்ப்பாட்டினால் அறிந்து எடுத்து அடியில்கண்டபடி வர்க்கமூலங்களை எழுதி மிச்சத்தை கழிக்கவேண்டியது.

உதாரணம் :—

$$7)\dot{5}7\dot{7}6(7$$
$$\underline{49}$$
$$8$$

5. வந்த மிச்சத்துக்குப் பக்கத்தில் வகுத்தலில் ஒவ்வொரு எண்ணாக எடுப்பதுபோல் இதற்கு இரண்டு எண் அதாவது அடுத்த புள்ளிவைத்திருக்கும் வரைக்கும் எடுத்து எழுதி மேலே ஈவு ஸ்தானத்தில் தாக்கல் செய்திருக்கும் எண்ணின் இரட்டிப்புத் தொகையை இப்போது கிடைத்த தொகைக்கு வகுக்கும் எண் ஸ்தானத்தில் தாக்கல்செய்து கொள்ளவேண்டியது. பிறகு இந்த வகுக்கப்படும் தொகையின் வலதுபுறம் கடைசி எண்ணை மறைத்து மீதி இருக்கும் தொகையானது நாம் தாக்கல் செய்து வகுக்கும் எண்ணினால் எத்தனைதரம் வகுக்கக் கூடுமோ அதை கண்டுபிடித்து இந்த எண்ணை முன் குறித்திருக்கும் வகுக்கும் எண்ணுக்கும் ஈவுக்கும் வலது பக்கத்தில் தாக்கல்செய்து அடியில் காட்டியபடி வகுக்க வேண்டியது. கழிக்கவேண்டிய தொகை இப்படிவகுப்பதில் கழிபட வேண்டிய தொகையைவிட ஜாஸ்தியாயிருந்தால் அதிகமாய்சேர்த்த ஈவில் ஒன்றை குறைத்து மறுபடி அதை யனுசரித்து திருத்தி கழிக்கவேண்டியது. அதே மாதிரி அடுத்த மூல எண்களையும் கண்டுபிடித்து வகுக்க வேண்டியது. இவைகளெல்லாம் அடியில்கண்ட உதாரணங்களால் நன்றாய் விசிதமாகும்.

உதாரணம் :—

(1)

$$7)\dot{5}7\dot{7}6(76$$
$$\underline{49}$$
$$146)876$$
$$\underline{876}$$
$$\underline{0}$$

76 என்பதுதான் ' மூலம் '

$$\sqrt{5776}=76$$

(2)

```
   9)8,300(91
     81
  181)200
      181
       19
```

மிச்சம்வந்த 19 ஆனது 91 யைவிட கம்மியாயிருப்பதால் மூலம் 91. $\sqrt{8300}=91$

(3)

```
   2)73,984(272
     4
   47)339
      329
    542)1084
        1084
```

272 மூலம்.

$$\sqrt{73984}=272$$

(4)

```
   3)96,465(310
     9
   61)64
      61
  620)365
```

இதில் 365, ஆனது 310 யைவிட அதிகமாயிருப்பதால் மூலம் 311 என்று வைத்துக்கொள்ள வேண்டியது.

(5)

```
   6)4,85,809(697
     36
  129)1258
      1161
     1387)9709
          9709
             0
```

697 மூலம்.

$$\sqrt{485809}=697$$

(6)

```
      9)8,23,862(907
         81
   1807)13862
         12649
          1213
```

மிச்சம் 1213 ஆனது 907 யைவிட ஜாஸ்தியா யிருப்பதால் 908 மூலம் என்று வைத்துக் கொள்ள வேண்டியது.

$$\sqrt{8,23,862}=908$$

(7)

```
      9)9,90,625(995
         81
     189)1806
          1701
      1985)10525
              9925
               600
```

இதில் மிச்சம் 600 ஆனது 995 யைவிட கம்மியா யிருப்பதால் மூலம் 995 என்றே வைத்துக்கொள்ள வேண்டியது.

$$\sqrt{9,90,625}=995$$

CHAPTER III.

அத்தியாயம் 3.

PROPERTIES OF RIGHT-ANGLED AND SIMILAR TRIANGLES AND CONSTRUCTION OF RIGHT ANGLES.

I. Properties of a right-angled triangle.

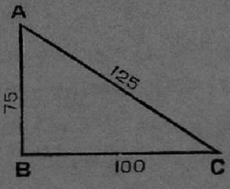
நேர்கோண முக்கோணத்தின் குணாதிசயங்கள்.

(*a*) Definition.

1. In a right-angled triangle the longest side subtends the right angle and is called the hypotenuse.

ஓர் நேர்கோண முக்கோணத்தில் அதிக நீளமான பக்கமானது நேர்கோணத்திற்கு எதிராயிருக்கிறது. அதற்கு ஹைபாடினியூஸ் என்று பெயர். Fig. 3-ல் AC பக்கம் ஹைபாடினியூஸ்.

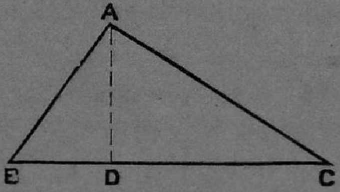
Fig. 3.



2. If a perpendicular be drawn from the right angle to the hypotenuse, the parts into which the hypotenuse is divided are called segments.

ஹைபாடினியூசிலிருந்து நேர்கோண மூலைக்கு ஆப்செட்டு எடுத்து, அதினால் பிரிக்கப்படும் ஹைபாடினியூசின் இரண்டு பாகத்திற்கும் 'செக்மெண்டு' என்று பெயர். Fig 4-ல் BD, DC இரண்டும் செக்மெண்டுகள்.

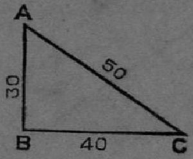
Fig. **4.**



3. The sides containing the right angle are perpendicular to each other, though not necessarily equal. One of the sides containing the right angle is called the base and the other its perpendicular.

நேர் கோணத்தை உண்டுபண்ணும் பக்கங்கள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தா யிருக்கின்றன. ஆனால் அவை ஒன்றுக்கொன்று சமமாயிருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. நேர்கோணத்தை உண்டுபண்ணும் பக்கங்கள் இரண்டினுள் ஒன்றுக்கு 'பேஸ்' என்றும் மற்றொன்றுக்கு 'ஆப்செட்டு' என்றும் பெயர். Fig. 5-ல் AB ஆப்செட்டு, BC பேஸ்.

Fig. **5.**



(*b*) Relation of the sides to the hypotenuse.

1. The square on the hypotenuse is equal to the sum of the squares on the other two sides containing the right angle.

ஹைபாடினியூசினுடைய வர்க்கமானது (Square) நேர்கோணத்தை உண்டுபண்ணும் மற்ற இரண்டு பக்கங்களின் தனித்தனி வர்க்கங்களை கூட்டிவரும் மொத்தத்திற்கு சரியாயிருக்கும். (Fig. 5 ஐ பார்க்க.)

உதாரணம்:—

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

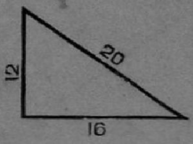
$$50^2 = 30^2 + 40^2$$

அல்லது $2,500 = 900 + 1,600 = 2,500$

2. The length of the hypotenuse is the root of the sum of the squares on the sides containing the right angle.

ஹைபாடினியூசினுடைய நீளமானது நேர்கோணத்தை உண்டுபண்ணும் பக்கங்களின் வர்க்கங்களைக் கூட்டிவரும் மொத்தத்தின் மூலத்திற்கு சரி.

Fig. **6.**



உதாரணம் :—

ஹைபாடினியூஸ் $= \sqrt{12^2+16^2}$

$= \sqrt{144+256}$

$= \sqrt{400} = 20$

3. The length of either of the sides containing the right angle is the root of the difference of the squares on the hypotenuse and the other side.

நேர்கோணத்தை உண்டுபண்ணும் இரண்டு பக்கங்களுள் ஏதாவது ஒன்றின் நீளமானது ஹைபாடினியூஸினுடைய வர்க்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கத்தின் வர்க்கத்தை கழித்து வரும் மிச்சத்தின் மூலத்திற்கு சரி. (Fig. 6 ஐ பார்க்க.)

உதாரணம் :—

ஹைபாடினியூஸ்=20

நேர்கோணத்தை சார்ந்த ஒரு பக்கத்தின் அளவு=12

மற்றொரு பக்கத்தின் அளவு

$= \sqrt{20^2-12^2}$

$= \sqrt{400-144}$

$= \sqrt{256} = 16$

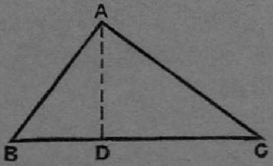
(c) If a perpendicular be drawn from the right angle to the hypotenuse.

ஒரு நேர்க்கோண முக்கோணத்தில் நேர்க்கோண மூலையிலிருந்து எதிர்ப்பக்கத்துக்கு ஆப்செட்டு எடுத்தால்.

1. The product of the perpendicular thus drawn and the hypotenuse is equal to the product of the two sides adjoining the right angle.

நேர்க்கோணத்தின் எதிர்ப்பக்கமாகிய ஹைபாடினியூஸையும் அதின் பேரில் விழும் ஆப்செட்டையும் பெருக்கிவந்த தொகையானது ஷை நேர்க்கோணத்தைச் சார்ந்த இரண்டு பக்கங்களை பெருக்கி வந்த தொகைக்கு சரியாயிருக்கும்.

Fig. 7.



$$AB \times AC = AD \times BC$$

2. The product of the hypotenuse and one of its segments is equal to the square of the side adjoining the segment.

ஷை நேர்க்கோண முக்கோணத்தின் ஹைபாடினியூஸையும் செக்மெண்டின் ஒன்றின் அளவையும் பெருக்கி வந்ததொகை மற்றொரு செக்மெண்டுடன் சேரும் பக்கத்தின் வர்க்கத்துக்கு சரியாயிருக்கும்.

$$BC \times BD = AB^2$$

$$BC \times CD = AC^2$$

3. The product of the two segments of the hypotenuse is equal to the square of the perpendicular drawn.

ஹைபாடினியூசின் இரண்டு செக்மெண்டுகளையும் ஒன்ரோடொன்று பெருக்கி வந்ததுகை அதின்பேரில் விழும் ஆப்செட்டின் வர்க்கத்துக்கு சரியாயிருக்கும். Fig. 7 ல்,

$$BD \times DC = AD^2$$

II. Properties of similar triangles.

பக்கங்கள் சமமாயிராமல் கோணங்கள் மட்டில் ஒன்றுக்கொன்று முறையே சமமாயிருக்கும் முக்கோணங்களின் குணதிசயங்கள்.

Fig. 8.

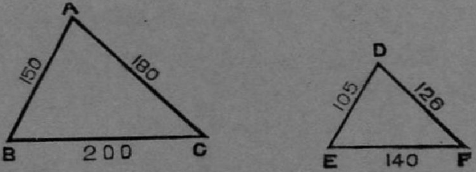


Fig. 8-ல் காட்டிய ABC, DEF என்கிற இரண்டு முக்கோணங்களில் A என்கிற கோணம் D க்கும், B என்கிற கோணம் E க்கும், C என்கிற கோணம் F க்கும் சரியாயிருந்தால் அந்த முக்கோணங்களின் பக்கங்கள் முறையே ஒன்றுக்கொன்று ஒரே தாமாஷாவிலிருக்கும்.

அதாவது.

AB யானது AC க்கு எந்த தாமாஷாவிலிருக்கிறதோ அதே தாமாஷாவில் DE யானது DF க்கு

இருக்கும். AB யானது BC க்கு எந்த தாமாஷாவிலிருக்கிறதோ அதே தாமாஷாவில் DE யானது EF க்கு இருக்கும். AC யானது BC க்கு எந்த தாமாஷாவிலிருக்கிறதோ அதே தாமாஷாவில் DF ஆனது EF க்கு இருக்கும்.

அதாவது.

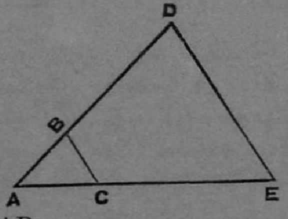
$$\frac{AB}{DE}=\frac{AC}{DF} \text{ அல்லது } AB\times DF=AC\times DE$$

$$\frac{AB}{BC}=\frac{DE}{EF} \text{ அல்லது } AB\times EF=BC\times DE$$

$$\frac{AC}{BC}=\frac{DF}{EF} \text{ அல்லது } AC\times EF=BC\times DF$$

பிகர் 9-ல் B கோணம் D க்கும் C கோணம் E க்கும், சரியாயிருந்தாலும், ABC, ADE என்கிற முக்கோணங்களின் பக்கங்கள் முறையே ஒன்றுக்கொன்று ஒரேதாமாஷாவிலிருக்கும்.

Fig. 9.



$$\frac{AB}{BC}=\frac{AD}{DE} \text{ அல்லது } AB\times DE=BC\times AD$$

$$\frac{AB}{AC}=\frac{AD}{AE} \text{ அல்லது } AB\times AE=AC\times AD$$

2. அநேமாதிரி பக்கங்கள் ஒன்றுக்கொன்று ஒரே தாமாஷாவிலிருந்தால் கோணங்களும் சமமாயிருக்கும். அதாவது Fig. 8-ல் AB, AC, BC ஆனது DE, DF, EF க்கும் முறையே ஒரே தாமாஷாவிலிருந்தால் A, B, C கோணங்கள் முறையே D, E, F கோணங்களுக்குச் சரியாயிருக்கும்.

Fig. 9-ல் AB, BC, AC முறையே AD, DE, AE க்கு ஒரே தாமாஷாவிலிருந்தால் B, C கோணங்கள் முறையே D,E கோணங்களுக்குச் சரியாயிருக்கும்.

குறிப்பு :—மேற்கண்ட குணுதிசயங்கள் நன்றாய் தெரிந்திருந்தால் அவைகளைக்கொண்டு சமயத்துக்கு தக்கபடி ஒரே தாமாஷாவுள்ள முக்கோணங்களை ஏற்படுத்திக்கொண்டு காணுமற்போன கற்களின் ஸ்தானங்களை கண்டுபிடிக்கவும், தடைபட்ட லயன்களை அளக்கவும், பிளாட்டு செய்த நக்ஷாக்களை சிரிது அல்லது பெரிது படுத்தவும், சிரிய ஆயுதங்களைக்கொண்டு பெரிய நக்ஷாக்கள் பிளாட்டு செய்யவும் சுலபமாயிருக்கும்.

III. Construction of right angles with the chain alone.

சங்கிலியைக் கொண்டு மாத்திரம் நேர்க்கோணம் உண்டாக்கும் விதம்.

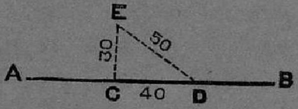
1. To erect a perpendicular on a chain line from a given point in it.

செயின் லயனில் வேண்டுமான இடத்தில் நேர்க் கோணம் உண்டாக்கும் விதம்.

(*a*) First method:—

முதல் வழி :—

Fig. **10**.

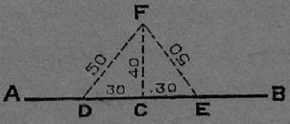


AB லயனில் C என்னும் குறியில் நேர்க்கோணம் வேண்டுமானால் C யினிடமிருந்து ஷை செயின் லயனில் 40 லிங்குசு தூரம் வைத்து D என்னுமிடத்தில் ஒரு அடையாளம்செய்து சங்கிலியின் கைப்பிடியை C யினிடம் இருக்கும் ஒரு ஆளிடம் கொடுத்துப் பிடிக்கச் செய்து D யினிடம் 80 லிங்க்ஸ் அரசிலேயை மற்றொரு ஆளிடம் கொடுத்து C யிலிருந்து 30-வது லிங்க்ஸ் அடையாளத்தை பிடித்து சங்கிலியை தளரவிடாமல் இழுத்தால் E குறி ஏற்பட்டு ECD என்னும் நேர்க்கோணம் C யினிடம் உண்டாகும்.

(*b*) Another method :—

மற்றொரு வழி :—

Fig. **11**.



C யிலிருந்து CA லயனில் 30 லிங்க்ஸ் தூரம் வைத்து D யையும், CB லயினில் அதே 30 லிங்க்ஸ் தூரம் வைத்து E யையும் ஏற்படுத்திக்கொண்டு அந்த D, E குறிகளில் இரண்டு ஆள்களை நிறுத்தி, சங்கிலியின்

கைப்பிடி இரண்டையும் தலைக்கு ஒன்றாய் அவர்களிடம் கொடுத்து கெட்டியாய் பிடிக்கச்சொல்லி 50-வது லிங்க்ஸ் அரசிலையைப் பிடித்து தளரவிடாமல் இழுக்க F என்னும் குறி ஏற்படும். FCE, FCD இரண்டும் நேர்க்கோணமாகும்.

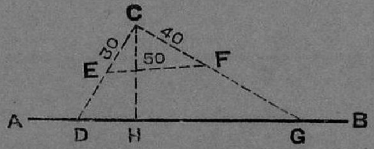
2. To drop a perpendicular on a chain line from a point outside it.

ஒரு செயின் லயனின்பேரில் ஏதேனும் ஒரு கல்லுக்கு ஆப்செட்டு எடுக்கும் வழி.

(*a*) First method :—

முதல் வழி :—

Fig. **12**.



AB என்னும் செயின் லயனில் C என்னும் கல்லுக்கு ஆப்செட்டு வேண்டியது. A யிலிருந்து AB லயனில்ஆப்செட்டு சுமாராய் வரத்தகுந்த இடத்திற்கு A பக்கமாகவே இருக்கும் D என்னும் குறியிலிருந்து C க்கு அளந்து மேற்சொல்லியபடி C யினிடம் ECF என்னும் ஒரு நேர்க்கோணம் உண்டுபண்ணி நேர்க்கோண லயனாகிய CF லயன் AB லயனை சந்திக்கும் G குறியை கண்டு பிடித்து DG யை அளக்க வேண்டியது. CG யையும் அளப்பது நலம். H என்பது ஆப்செட்டாக வேண்டிய

இடமானல் ஆப்செட்டும் செயின் லயனும் அடியிற்கண்ட சூத்திரங்களால் கண்டுபிடித்துக் கொள்ளலாம்.

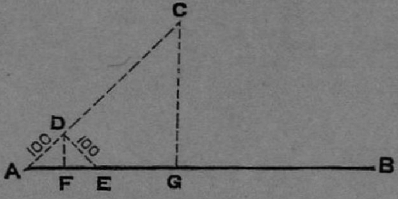
$$DH = \frac{CD^2}{DG}$$

$$CH = \sqrt{CD^2 - DH^2} \text{ or } \frac{CD \times CG}{DG} \text{ or } \sqrt{DH \times HG}$$

(*b*) Second method :—

மற்ெருரு வழி :—

Fig. **13.**



AC லயனில் ஒரு சங்கிலிதூரமளந்து D குறியை வைத்துவிட்டு AC லயன் பூராவையும் அளக்கவேண்டியது. D யில் ஒரு ஆளை நிறுத்தி சங்கிலியின் ஒரு வளையத்தைப் பிடித்துக்கொள்ளச்செய்து மற்றொருவன் மற்ெருரு வளையத்தைப் பிடித்துக்கொண்டு சங்கிலியைத் தளரவிடாமல் இழுத்து AB லயனில் E குறிப்பில் நிற்கவேண்டியது. பிறகு AE யை அளந்து அதில் பாதி அளவை A யிலிருந்து AB லயனில் அளந்து F குறிப்பை ஏற்படுத்திக்கொண்டு FDயை அளந்துவிடவேண்டியது. பிறகு AG, CG அளவுகளை அடியில் கண்டபடி தெரிந்து கொள்ளலாம்.

ACG and ADF are similar triangles and

$$AG : AF :: AC : AD$$

$$\therefore AG = \frac{AF \times AC}{AD}$$

$$\text{and } CG = \frac{AC \times DF}{AD}$$

(*c*) Third method :—

மற்றொரு வழி :—

Fig. **14 A.**

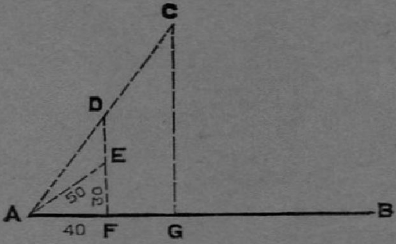
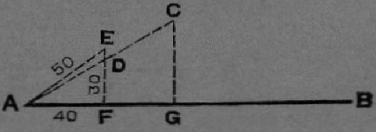


Fig. **14 B.**



A யிலிருந்து AB லயனில் 40 லிங்க்ஸ் அளந்து F குறியை வைத்துக்கொண்டு அதிலிருந்து Fig. 14 (*A*)ல் காண்பித்த பிரகாரம் AFE என்னும் ஒரு நேர்க்கோணம் ஏற்படுத்தவேண்டியது. Fig. 14 (*B*) ல் காண்பித்த பிரகாரம் FE லயனனது ACலயனைத் தாண்டிப்போகும் பக்ஷத்தில் FE லயன் AC லயனை எவ்விடத்தில் சந்திக்

கிறதோ அவ்விடத்தில் D என்னும் ஒரு குறியைவைத்துக்கொண்டு DF லயனை அளக்கவேண்டியது. அல்லது Fig. 14 (A) ல் கண்டபடி FE லயன் AC லயனுக்கு உள்படும் பக்ஷத்தில் F லிருந்து FE லயனில் AC லயனை சந்திக்கும் வரையில் அளந்து D குறியை வைத்துக்கொள்ள வேண்டியது. பிறகு AD, AC லயன்களை அளந்து விட்டால் AG, CG லயன்களின் அளவு முன் சொல்லியபடி கண்டு கொள்ளலாம்.

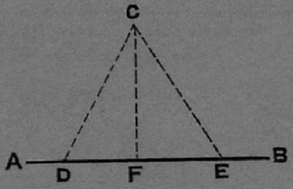
$$AG = \frac{AF \times AC}{AD}$$

$$CG = \frac{AC \times DF}{AD}$$

(*d*) Fourth method :—

மற்றொரு வழி :—

Fig. **15**.



A B என்கிற லயனில் D, E என்னும் ஏதேனும் இரண்டு குறியிலிருந்து C க்கு அளந்து CDE என்னும் முக்கோணத்தைக்கொண்டு அடியில் கண்டபடி செயின் லயன் ஆப்செட்டுகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$D\ F = \frac{CD^2 + DE^2 - CE^2}{2\ DE}$$

$$C\ F = \sqrt{DC^2 - DF^2}$$

CHAPTER IV.

அத்தியாயம் 4.

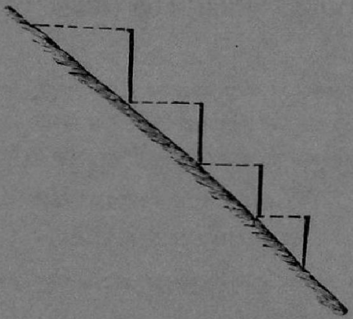
MEASUREMENT OF LINES.

லயன் அளவுகள்.

1. To measure on slopes or inclined surfaces.

சரிவு, மேடு, பள்ளபூமியில் சரியான அளவு அளக்க.

Fig. 16.



சங்கிலியால் அளப்பதில் பூமி சமமாயில்லாமல் மேடு பள்ளமாயிருந்தால் சங்கிலியை சமமாய் அளப்பதற்காக மேடாயிருக்கும் பக்கம் பூமியில் சங்கிலியை வைத்து பள்ளமாயிருக்கும் பக்கம் சங்கிலியை சமமாயிருக்கும்படி தூக்கிப் பிடிக்கவேண்டியது. பின் சங்கிலிக்காரன் பள்ளத்திலிருந்தால் நட்டமுள் இரண்டு காலுக்கும் நடுவிலிருக்கும்படி நின்று கைப்பிடி முள்ளுக்கு நேராய்

இருக்கும்படி சங்கிலியை தூக்கி பிடிக்கவேண்டியது. முன் சங்கிலிக்காரன் பள்ளத்திலிருந்தால் ஒரு கல் அல்லது முள்ளை தலைகீழாய்விட்டு அது பூமியில் விழும் இடத்தில் முள் நடவேண்டியது. அதிக சரிவான பூமியாயிருந்தால் பூராசங்கிலியை அளக்காமல் கொஞ்சம் கொஞ்சமாய் மேல் சொல்லியபடி அளந்து சரியான அளவை கண்டு பிடிக்கவேண்டியது. சரிவாய் அளந்து வந்த அளவு சரியான அளவைவிட ஜாஸ்தியாயிருக்குமாதலால் அது பிரயோஜனமில்லை.

2. To align or range flags between two stations when the flags become invisible.

ஒரு ஜண்டாவிலிருந்து மற்றொரு ஜண்டாவுக்கு அளக்கக்கூடியதாக இருந்து ஜண்டாக்கள் மறைவு படுவதாயிருந்தால் லயன் கண்டுபிடித்து அளக்கும் விதம்.

(*a*) When flags are invisible from one station to another.

ஒரு ஜண்டாவிலிருந்து மற்றொரு ஜண்டா தெரியாமலிருந்தால்.

(1) Without cross-staff.

கிராஸ் ஸ்டாப் இல்லாமல்

மத்தியில் மேடு இருப்பதினாலாவது தோப்பு மரம் முதலியதினாலாவது வெகு தூரத்தினாலாவது ஒரு ஜண்டாவிலிருந்து மற்றொரு ஜண்டா தெரியாமலிருந்தால் இரண்டு ஜண்டாவும் தெரியும்படியான நடுமத்தியில் சர்வேயரும்

இன்னொருவரும் போய் சுமார் அரை சங்கிலி தூரத்தில் சற்றேரக்குறைய உத்தேசமான லயனில் ஒருவருக்கொருவர் முகமாய் பார்த்து நின்றுக்கொண்டு ஒருவர் தனக்கு எதிரிலிருக்கும் ஜண்டாவை மற்றொருவர் மறைக்கும்படி நிற்க வைக்கவேண்டியது. இரண்டு ஆள்களும் முறையே இரண்டு ஜண்டாக்களையும் சரியாய் மறைத்தால் அதுதான் சரியான லயன். அந்த இரண்டு பேர் நின்ற இடத்தில் ஏதாவது ஒன்றில் மூன்றாவது ஜண்டாவை நட்டு அதைப்பார்த்து அளக்க வேண்டியது.

(2) With cross-staff.

கிராஸ் ஸ்டாப்பினால்

உத்தேசமான லயனில் கிராஸ் ஸ்டாப்பை நட்டு ஒரே வரையின் வழியாக ஒரு பக்கம் நின்று பார்க்க ஒரு ஜண்டாவும் மற்றொரு பக்கத்தில் நின்று பார்க்க மற்றொரு ஜண்டாவும் தெரியும்படி பார்க்கவேண்டியது. முதலில் தெரியாமலிருந்தால் அப்படி தெரியும் வரையில் கிராஸ் ஸ்டாப்பை நகத்திக்கொண்டு போகவேண்டியது. ஒரு வரை வழியாகவே இரண்டு ஜண்டாவும் வரைக்கு மத்தியில் தெரிந்தால் கிராஸ்டாப்பு குத்தின இடம் லயன் ஆகும். பின்பு கிராஸ்டாப்பு குத்தின இடத்தில் ஒரு ஜண்டாவை நட்டு அந்த ஜண்டாவை பார்த்து அளந்து கொண்டு வரலாம்.

(*b*) When flags become invisible after a certain length.

கொஞ்சதூரம் அளந்த பின்பு ஒரு ஜண்டாவோ அல்லது இரண்டு ஜண்டாக்களுமோ மறைவுபடும் கேசுகளில் அளக்கும் விதம்.

கொஞ்சதூரம் அளந்த பின்பு முன் ஜண்டா மரத்திரம் மறைந்து பின் ஜண்டா தெரிவதாயிருந்தால் பின் சங்கிலிக்காரனை நட்டமுள்ளி னிடம் சரியாய்நிற்க வைத்து அவன் பின் ஜண்டாவை மறைக்கும்படி முன் சங்கிலிக்காரன் தானே ஒதுங்கி நின்று நேர்பார்த்து முள்நட்டு அளந்துக்கொண்டு போகலாம். அல்லது முன் ஜண்டா மறைவுபடுவதற்குமுன் லயனில் நடுவில் வேறொரு ஜண்டாவை நட்டு அதைபார்த்து அளந்து கொண்டு போகலாம். இரண்டு ஜண்டாவும் மறைவுபடுவதாயிருந்தால் கடைசி ஜண்டாவும் மறைவுபடுவதற்கு முன் லயனில் வேறொரு ஜண்டாவை நட்டு முன் சொன்ன மாதிரி அளந்துகொண்டு போகவேண்டியது.

3. To measure obstructed lines.

தடைப்படும் லயனை அளக்க.

(*A*) When the stations are visible from each other but not chainable.

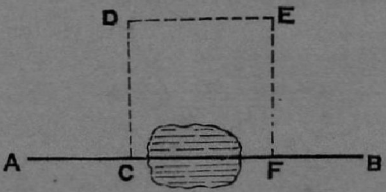
ஜண்டா தெரிந்து ஒரு ஸ்டேஷனிலிருந்து மற்றொரு ஸ்டேஷனுக்கு அளக்கக்கூடாத கேசுகளில் அளக்கும் விதம்.

(*a*) With the aid of cross-staff.

கிராஸ் ஸ்டாப்புடன்.

(1) First method:—By forming a right-angled parallelogram.

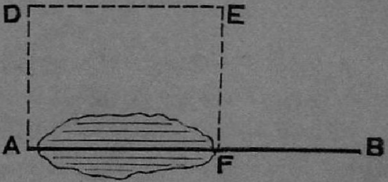
Fig. **17**.



A யிலிருந்து B க்கு C வரையில் அளந்த பின்னிட்டு தடை ஏற்பட்டால் C யிடம் கிராஸ் ஸ்டாப்பை நட்டு ஒருவரை வழியாய் AB லயனைப்பார்த்துக் கொண்டு மற்றொருவரைக்கு நேராக தடை நீங்கும் தூரத்தில் D குறிப்பில் ஒரு ஜண்டாவை நிறுத்தவேண்டியது. பிறகு C குறிப்பில் ஒரு ஜண்டாவை நிறுத்தி CD என்ற லயனை அளந்து D யினிடம் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி DE ஆனது CD க்கு நேர்க்கோணமாகும்படியாயும் தடை விலகும்படியாயும் E குறியை கண்டுபிடித்து அதில் ஜண்டா போடவேண்டியது. D யிலும் ஜண்டாவை நிறுத்தி DE யை அளக்கவேண்டியது. பின்பு E ல் கிராஸ் ஸ்டாப்பை நிறுத்தி ED லயனுக்கு EF நேர்க்கோணமாகும்படி F குறியை கண்டுபிடிக்க வேண்டியது E லும் ஜண்டாபோட்டு EF லயனில்CDக்குவந்த அளவை அளக்கவேண்டியது. நாம் அளந்தவைகள் எல்லாம் சரியாயிருந்தால் F என்னும் குறி AB லைனில் வரும். அப்பால் FB யை அளக்கவேண்டியது. AB என்னும் அளவானது AC, DE, FB இந்த மூன்று அளவுகளையும் கூட்டிவந்த தொகையாகும்.

Fig. **18.**

Fig. **19.**

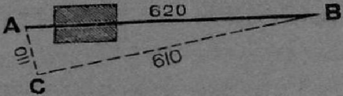


A யிலிருந்து B க்கு அளப்பதற்கு பூராவும் தடையானல் A யினிடம் கிராஸ்டாப்பை ஊன்றி முன் சொல்லியபடி D,E என்ற குறிகளை ஏற்படுத்தி அளக்கவேண்டியது.

(2) Second method:—By forming a right-angle outside the line.

மற்றொரு வழி :—

Fig. **20.**



A யிலிருந்தும் B யிலிருந்தும் நேராக அளக்கக் கூடியதாயும் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தினல் A ஜண்டா ஒரு வரையிலும் B ஜண்டா அதற்கு நேர்க்கோண வரை

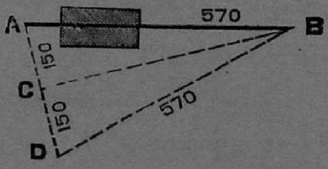
யிலும் தெரியும்படியாயுமிருக்கப்பட்ட C என்னும் ஏதே னும் ஒரு இடத்தை கண்டு பிடிக்கவேண்டும். பின்பு AC யையும் BC யையும் அளக்கவேண்டும். அதிலிருந்து AB யை அடியில் கண்ட சூத்திரத்தால் கண்டு பிடிக்கலாம்.

$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2}$$

(3) Third method :—By forming an isosceles triangle.

மற்றொரு வழி :—

Fig. **21**.

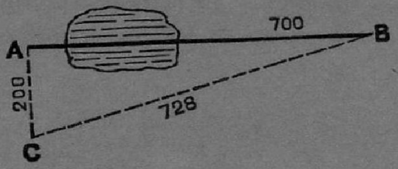


இரண்டாவது வழியில் சொன்னபடி C என்னும் ஸ்தானத்தைக் கண்டு பிடித்த பின்பு AC யை அளந்து அதே லயனில் CD என்பது AC க்கு சரியாயிருக்கும்படி அளக்கவேண்டியது. அப்பால் DB யை அளக்க DB அளவு AB க்கு சரியாயிருக்கும்.

(4) Fourth method :—By forming right-angle on the line.

மற்ருெரு வழி :—

Fig. **22.**



A யினிடத்தில் கிராஸ் டாப்பை நிறுத்தி ABக்கு நேர்க்கோணமாக தடை நீங்கும் வரையில் AC லயனை அளந்து பிறகு CB லயனையும் அளக்க வேண்டியது. அதிலிருந்து AB யை அடியில் கண்ட சூத்திரத்தால் கண்டு பிடிக்கலாம்.

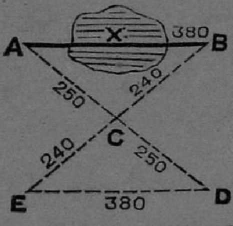
$$AB = \sqrt{BC^2 - AC^2}.$$

(*b*) Without the aid of cross-staff.

கிராஸ்டாப்பு இல்லாமல் அளக்கும் விதம்.

(1) First method :—By forming equal triangles.

Fig. **23.**

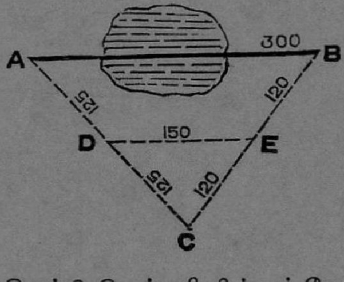


AB என்பது அளக்கவேண்டிய கோடு.

X அடையாள மிட்டது குளம். A,B என்ற இரண்டு இடங்களுக்கும் நேராக கோடுகள் அளக்கக்கூடிய C என்கிற ஏதாவது ஒரு இடத்தை அடையாளம் செய்து கொள்ளவும். AC என்ற கோட்டை அளந்து அதே லயனில் CD என்ற கோட்டை AC என்கிற கோட்டுக்கு சரியாயிருக்கும்படி அளக்க வேண்டியது. அப்பால் BC என்கிற கோட்டை அளந்து அதே லயனில் CE என்கிற கோட்டை BC லயனுக்கு சரியாயிருக்கும்படி அளக்க வேண்டும். இப்படி அளப்பதில் BC, CE யும் AC, CD யும் தொடர்ந்த நேர்க்கோடுகளாக யிருக்கவேண்டும். இப்போது D யிலிருந்து E க்கு அளந்தால் அது AB என்கிற கோட்டின் அளவுக்கு சரியாயிருக்கும்.

(2) Another method :—By forming similar triangles.

Fig. **24**.



A,B இரண்டு இடங்களினின்றும் நேராக அளக்கக்கூடியதாக C என்கிற இடத்தை கண்டு பிடித்து AC BC யை அளக்கவேண்டியது. பின்பு C யிலிருந்து CA

லயனில் CA யின் பாதி தூரத்தை அளந்து D என்னு மிடத்தில் ஜண்டாவை போடவேண்டியது. அதேமாதிரி CB லயனில் CB க்கு பாதி தூரத்தை C யிலிருந்து அளந்து E என்னும் ஸ்தானத்தில் ஜண்டா போடவேண்டியது. DE யை அளந்து வந்த அளவை இரட்டிப்பு செய்தால் AB லயன் அளவு கிடைக்கும்.

குறிப்பு.—C யிலிருந்து பாதி அளக்கமுடியாவிட்டால் CA, CB அளவுகளில் சவுகரியப்படி மூன்றில் ஒரு பங்காவது நாலில் ஒரு பங்காவது அளந்து D,E குறிகளை ஏற்படுத்தி DE யை அளந்து மூன்றினாலோ நாலினாலோ பெருக்கினால் AB யின் அளவு கிடைக்கும்.

Fig. **25.**

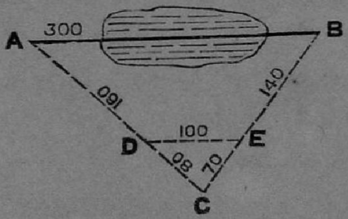
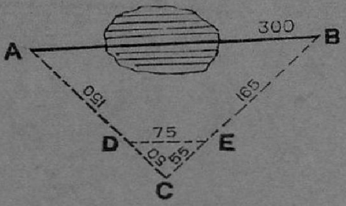


Fig. **26.**



(*B*) To find the measurement between two stations which are both invisible and not chainable.

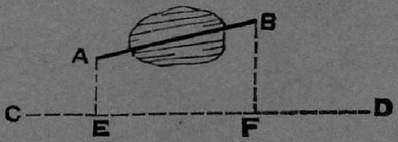
ஒரு ஜண்டாவிலிருந்து மற்றொரு ஜண்டா வேலி புதர் முதலானவைகளால் காணக்கூடாமலும் அளக்கக் கூடாமலும் இருக்கப்பட்ட கேசுகள்.

(*a*) With the aid of cross-staff.

கிராஸ்டாப்புடன்.

முன் 3-வது பாரா A (*a*) 2, 3 ல் சொல்லியபடியும் பின் வரும் வழிப்படியும் AB அளவு கண்டு பிடிக்கலாம்.

Fig. **27**.



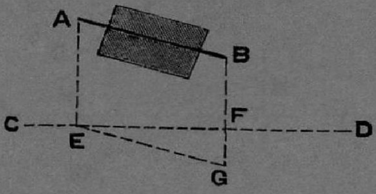
(1) C D என்னும் ஏதேனும் ஒரு லயனில் A, B என்கிற இரண்டு கல்லுக்கும் ஆப்செட்டு AE, BF என்பதை அளந்து A B லயன் அளவை அடியில்கண்ட சூத்திரத்தால் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$A\,B = \sqrt{EF^2 + (BF - AE)^2}$$

(2) By forming a parallelogram :—

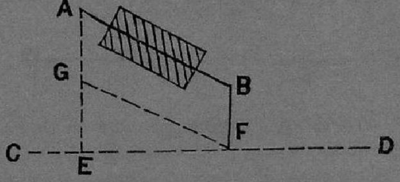
மற்றொரு வழி :—

Fig. **28**.



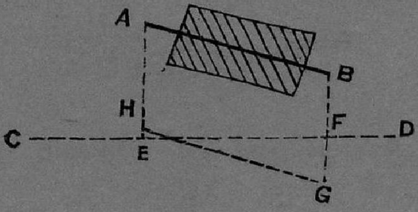
முன் பாராவில் சொல்லியபடி CD என்கிற ஏதேனும் ஒரு லயனில் AE, BF என்கிற ஆப்செட்டை எடுக்கும்போது E, F என்கிற இடங்களில் ஜண்டாக்கள் நிறுத்திக் கொள்ளவேண்டியது. BF என்கிற சிறிய ஆப்செட்டு லயனில் BG யானது AE க்கு சரியாகும்படி G வரையில் அளந்து பிறகு GE யை அளந்தால் AB க்கு சரியாயிருக்கும்.

Fig. **29**.



அல்லது AE என்கிற நீள லயனில் BF க்கு சரியாய் AG யை அளந்து GF யை அளந்தால் அது AB க்கு சரியாயிருக்கும்.

Fig. **30**.



அல்லது BF என்கிறதை அதே லயனில் G வரைக்கும் அளந்து BG க்கு சரியாய் AH யை AE லயனில் அளந்து GH யை அளந்தாலும் AB க்கு சரியா யிருக்கும்.

குறிப்பு:—இந்த மூன்றிலும் எது சவுகரியமோ அப்படி அளக்கலாம்.

(3) Another method :—

மற்றொரு வழி :—

Fig. **31**.

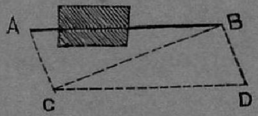


Fig. 31 ல் காண்பித்தபிரகாரம் C ஸ்தானத்தில் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி ஒரு வரை வழியாய் A யையும் மற்றொரு வரை வழியாய் B யையும் பார்த்து நேர்க்கோணம் செய்துகொண்டு AC யை அளக்க வேண்டியது. பிறகு B யில் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி ஒரு வரை வழியாய் C யைப் பார்த்துக்கொண்டு மற்றொரு வரைக்கு நேராக ஆள் நிறுத்தி AC க்கு சரியாயிருக்கும்படி BD யை அளக்க வேண்டியது. DC யை அளந்து வந்த அளவு AB க்கு சரியாயிருக்கும்.

(*b*) Without the aid of cross-staff.

கிராஸ் டாப்பில்லாமல்.

Fig. 23 முதல் 26 வரையில் காண்பித்த பிரகாரம் கிராஸ்டாப்பில்லாமல் அளவு கண்டு பிடிக்கலாம்.

(*c*) To measure between two visible but inaccessible points.

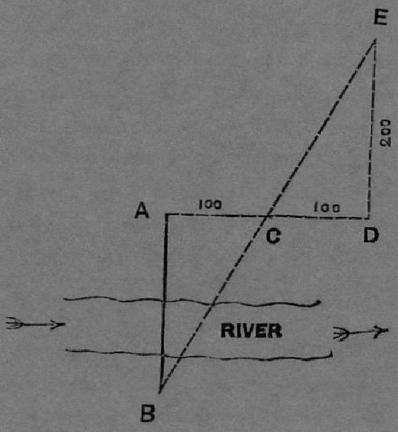
கண்ணுக்கு தெரியக்கூடியதாயிருந்து பக்கத்தில் நெருங்கமுடியாத இரண்டு ஜண்டாக்களின் மத்திய அளவு கண்டுபிடிக்க.

I. When only one of the points is inaccessible.

ஒரு ஜண்டாவுக்கு மாத்திரம் சமீபத்தில் போகக் கூடியதாயிருந்து மற்றொரு ஜண்டாவுக்கு சமீபத்தில் போகக்கூடாததா யிருந்தால்.—

(*a*) By forming equal right-angled triangles.

Fig. 32.



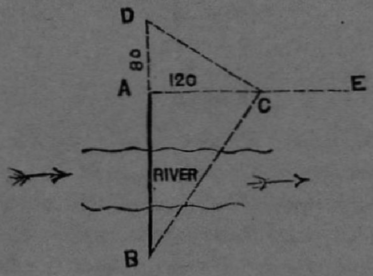
AB என்பது அளக்கவேண்டிய கோடு. A அடையாளமிட்ட இடத்தில் கிராஸ்டாப்பை சரியாக நிறுத்தி AB என்கிற கோட்டிற்கு நேர்க்கோணமாகும்படி AC என்கிற கோட்டை அளக்கவேண்டும். AC என்கிற கோட்டை 1 அல்லது 2 சங்கிலி நீளம் அளந்து அதே லயனில் CD என்கிற கோடானது AC என்கிற கோட்டிற்கு சரியாயிருக்கும்படி அளந்து D குறியை ஏற்படுத்திக் கொள்ளவேண்டியது. அப்பால் D என்கிற இடத்தில் கிராஸ்டாப்பை ' சரியாக நிறுத்தி ACD என்கிற கோட்டிற்கு நேர்க்கோணமாகும்படி DE என்கிற கோட்டை அளக்கவேண்டும். அப்படி அளப்பதில் B,C,E என்கிற மூன்று அடையாளங்களும் ஒரே லயனில் வரும் வரையில் அளக்கவும். DE அளவானது AB அளவுக்கு சரியாயிருக்கும்.

(*b*) By forming similar right-angled triangles.

(1) First method :—

முதல் வழி :—

Fig. **33**.



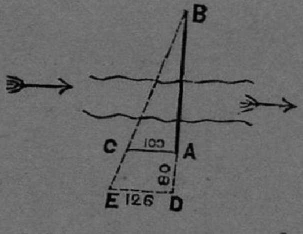
AB யின் அளவு வேண்டியது. A என்கிற குறியில் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி AB லயனுக்கு நேர்க்கோண மாகும்படி E என்கிற இடத்தில் ஒரு ஜண்டாவை நிறுத்த வேண்டியது. A யிலிருந்து BA என்கிற லயனில் அளந்து D என்னும் குறியை சவுகரியமானபடி ஏற்படுத்த வேண்டியது. A என்னும் குறியில் ஒரு ஜண்டாவை நிறு த்தி AE லயனில் கொஞ்சதூரம் அளந்து கிராஸ்டாப்பி னால் BCD நேர்க்கோணமாகும்படி C குறிப்பை கண்டு பிடிக்கவேண்டியது. பிறகு AB யின் அளவை அடியில் கண்ட சூத்திரத்தால் கண்டுகொள்ளலாம்.

$$A B=\frac{AC^2}{AD};\ AB=\frac{120\times 120}{80}=180.$$

(2) Second method :—

மற்றொரு வழி :—

Fig. **34**.



A யிடத்தில் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி BA க்கு நேர்க்கோணமாகும்படி சவுகரியமான தூரத்தில் C குறியை ஏற்படுத்திக் கொள்ளவேண்டியது. பின்பு BA லயனில் சவுகரியமான இடத்தில் D என்னும் குறியை ஏற்படுத்தி கிராஸ்டாப்பை அவ்விடத்தில்

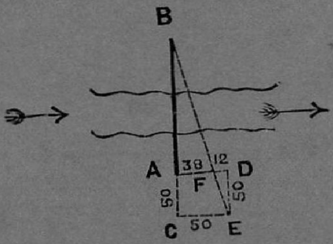
நிறுத்தி DE என்னும் நேர்க்கோடு DA க்கு நேர்க் கோணமாகும்படியாயும் E என்னும் குறி CB என்னும் லயனில் நேராயிருக்கும்படி ஸ்தாபிக்கவேண்டும். அப்புறம் DE யை அளக்கவேண்டியது. AB அளவை அடியிற் கண்ட சூத்திரத்தால் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$AB = \frac{AC \times AD}{ED - CA} = \frac{100 \times 80}{126 - 100} = 308.$$

(c) By forming a rhombus without the aid of cross-staff.

கிராஸ்டாப்பில்லாமல் அளக்கும் விதம்

Fig. **35**.



BA லயனில் 50 லிங்க்ஸ்தூரத்தில் ஒரு குறி C ஏற் படுத்தி அவ்விடத்தில் ஒரு முளை அடிக்கவேண்டியது. அந்த அளவை A யிடத்திலிருந்து ஏதேனும் ஒரு சவுகரிய மான திக்கில் அளந்து D என்னும் குறியை ஸ்தாபிக்க வேண்டியது. அப்புறம் C,D என்னும் குறிகளில் இரண்டு ஆள்களை நிறுத்தி அவர்கள் ஒவ்வொருவர் கையிலும் சங் கிலியின் ஒவ்வொரு பிடியை கொடுக்கவேண்டியது.

50-வது லிங்க்ஸில் நாம் பிடித்து தளர்ச்சி யில்லாமல் இழுத்து ஒரு முளையை E என்னும் குறியில் அடிக்க வேண்டியது. E ல் நின்று கொண்டு AD லயனில் இருக்கும் படியாயும் B க்கு நேராய் மறைக்கும்படியாயும் ஒரு ஆளை F என்னும் இடத்தில் நிறுத்த வேண்டியது. AB என்பதை அடியில் கண்ட சூத்திரத்தால் கண்டு பிடிக்கலாம்.

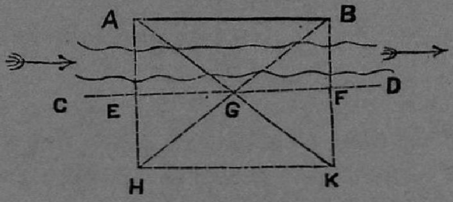
$$A\,B = \frac{ED \times AF}{DF} = \frac{50 \times 38}{12} = 158.$$

II. When both the points are inaccessible.

இரண்டு ஐண்டாக்களின் சமீபத்திலும் போகக் கூடாமலிருந்தால்.

(*a*) First method :—

Fig. 36.



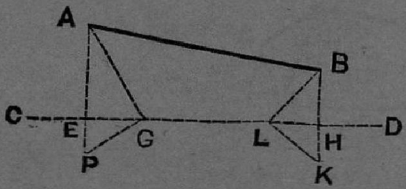
CD என்னும் ஏதேனும் ஒரு லயனில் A,B என்னும் இரண்டு குறிகளுக்கு ஆப்செட்டு வரும் E, F குறிகளை கண்டுபிடித்து EFயை அளக்கவேண்டியது. EFன் மத்திய குறியாகிய G யை கண்டுபிடித்து அதில் ஒரு முளையை

அடிக்கவேண்டியது. பிறகு AE லயனிலும் BG லயனிலும் இருக்கும்படி H என்னும் குறியை கண்டுபிடித்து H னிடம் ஒரு முளையை அடிக்கவும். அதே மாதிரியாக BF லயனிலும் AG லயனிலும் இருக்கும்படி K என்னும் குறியை கண்டு பிடிக்கவும். HK அளவு AB க்கு சரியாகும்.

(*b*) Another method :—

மற்றொருவழி :—

Fig. **37**,



CD என்னும் எதேனும் ஒரு லயனில் A என்னும் குறிக்கு நேர்க்கோணமாகும்படியான E குறியை கண்டு பிடித்து AE என்னும் ஆப்செட்டு அளவை Fig. 33 ல் உதகரித்தபடி கண்டுபிடிக்க வேண்டியது. அதேமாதிரி CD லயனிலேயே BH ஆப்செட்டின் அளவை கண்டு பிடிக்கவேண்டியது. AB லயன் அளவை அடியில் கண்ட சூத்திரத்தால் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$AB = \sqrt{EH^2 + (AE - BH)^2}$$

III. When more points than two are inaccessible.

The points may be reproduced on the other side and the distances between them found out.

தாண்டக்கூடாத ஆற்றின் ஒரு பக்கத்திலுள்ள புலத்தின் உருவத்தை அதே பரிமாணத்தில் மற்றொரு பக்கம் உண்டுபண்ணி அளக்கும் விதம்.

Fig. **38**.

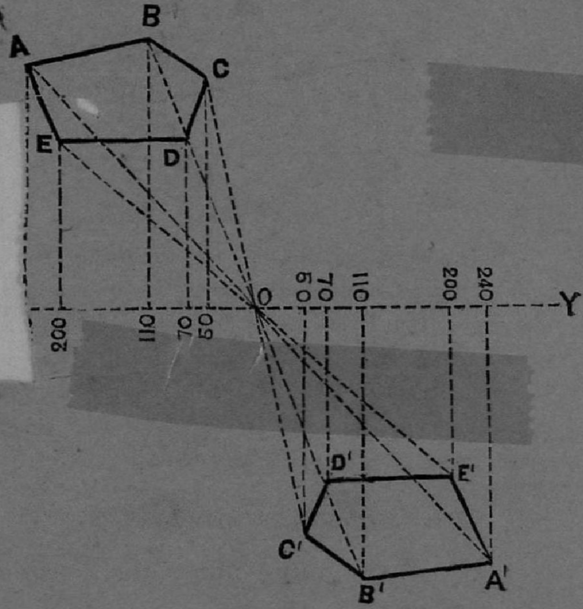


Fig. 38-ல் கண்டபடி A B C D E என்கிற புலம் ஆற்றின் ஒரு புறத்திலிருக்கிறது. அதின் உருவத்தை மற்ருெரு பக்கத்தில் உண்டு பண்ணவேண்டும்.

ஆற்றிற்கு இந்த பக்கத்தில் XY என்னும் ஒரு லயனை ஏற்படுத்தி அதில் O என்னும் குறியை ஏற்படுத்த வேணும். O விலிருந்து X க்கு அளந்து கொண்டு போய் A, B, C, D, E குறிகளுக்கு ஆப்செட்டு வரக்கூடிய இடங்களை கண்டு பிடிக்கவேண்டும். மேற்சொன்ன குறிகளுக்கு முறையே 50, 70, 110, 200, 240 லிங்ஸ் களில் ஆப்செட்டு வருவதாக வைத்துக் கொள்ளுவோம். மறுபடி O குறியிலிருந்து எதிர் பக்கத்தில் அதாவது OY லயனில் அதே அளவுகளை அளந்து குறிகள் ஏற்படுத்திக் கொள்ளவேண்டும். பின்பு இந் குறி ஒன்றின்பின் ஒன்ருய் கிருஸ்டாப்பை நட்டு OY னுக்கு நேர்கோணமாகும்படி ஒரு ஆளை ஆப்செட் னில் போகச்சொல்லி அந்த ஆப்செட்டு அக்க எந்த கல்லுக்கு சம்மந்தப்படுகிறதோ அந்த குறி குறியும், ஆளும் ஒரே லயனிலிருக்கும்படி நிற்க வேண்டும். பின்பு ஆள் நிற்கும் குறியில் முளை வேண்டியது. இவ்விதமாக மற்ற குறிகளையும் நிக்கொண்டால் புலத்தின் உருவம் இந்த பக்கத் பட்டுவிடும். இதைக்கொண்டு வேண்டிய அளவுகளை கண்டு பிடிக்கலாம்.

4. To take offsets on an obstructed line by getting a parallel line.

அளக்கமுடியாத லயன்பேரில் வரும் ஆப்செட்டுகளை கண்டுபிடிக்கும் விதம்.

(*a*) By forming a rectangle when the flags are visible from each other.

G லயனில் ஜண்டாக்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று தெரிந்து அளக்கக்கூடாத குளம் முதலியவைகளால் லயன் தடைபட்டால் அப்போது அளந்து ஆப்செட்டு எடுக்கும் விதம்.

Fig. **39**.

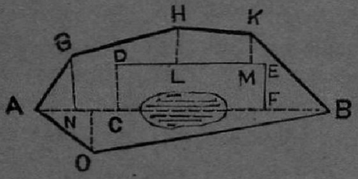
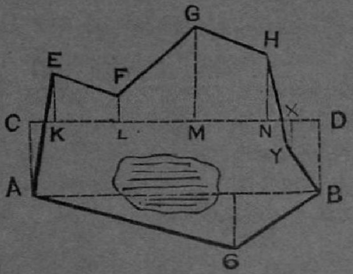


Fig. **40**.



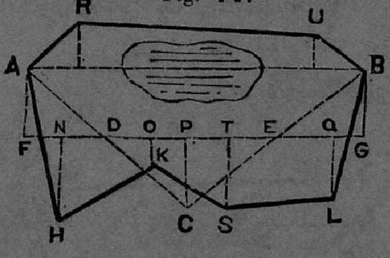
(Fig. 39-ல்) உதகரித்த பிரகாரம் C,D, E, F குறிகளை ஏற்படுத்திக்கொண்டு DE லயனில் H,K குறிகளுக்கு ஆப்செட்டுகள் எடுக்கவேண்டியது. ஆப்செட்டு அளவுகள் கண்டுபிடிக்கும் விதம்.

	கல்.	செயின் லயன்.	ஆப்செட்டு.
Fig 39ல்	G	AN	GN
	H	AC+DL	CD+HL
	K	AC+DM	CD
Fig 40ல்	E	CK	AC+EK
	F	CL	AC+LF
	G	CM	AC+MG
	H	CN	AC+HN
	Y	CX	AC—XY

(*b*) By forming similar triangles when the flags are invisible from each other.

டயாக்கனல் லயனில் ஒரு ஜண்டாவிலிருந்து மற்றொரு ஜண்டா தெரியாவிட்டால் அந்த டயாக்கனல் லயன்பேரில் எடுக்கவேண்டிய ஆப்செட்டு அளவுகளை கண்டுபிடிக்கும் விதம்.

Fig. **41**.



AB இரண்டு கற்களிலிருந்தும் அளக்கக்கூடிய C என்னும் எதேனும் ஒரு குறியில் நின்றுகொண்டு AC,BC இரண்டு லயன்களையும் அளவிட்டு மேற்படி லயன்களின் நடு மத்திய குறிகளாகிய D,E என்னும் இரண்டு குறிகளை

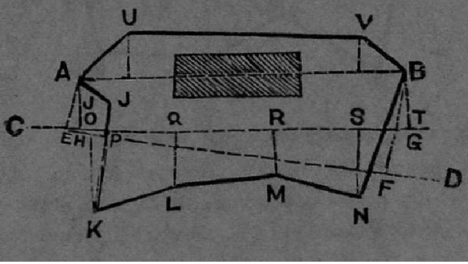
கண்டுபிடித்து முளை அடிக்கவேண்டியது. இந்த DE லயனில் C க்கு ஆப்செட்டு எடுத்து, மேற்படி லயனை நீட்டி A கல்லுக்கு ஆப்செட்டு எடுக்கவேண்டியது. AF ஆப்செட்டானல் AF,CP க்கு சரியாயிருக்கும். F குறியிலிருந்து FE லயனில் அளவிட்டுக்கொண்டுபோய் H,K S,L கற்களுக்கும் Bக்கும் ஆப்செட்டு எடுக்கவேண்டியது. BG, AF, CP லயன்கள் ஒன்றுக்கொன்று சரியாயிருக்கும். AB லயன் அளவு FG அளவுக்குச்சரி. மற்ற ஆப்செட்டு செயின் லயன் அளவுகளை அடியில் விவரித்தபடி கண்டுபிடிக்கலாம்.

கல்.	செயின்லயன்.	ஆப்செட்டு.
H	FN	AF+HN
K	FO	AF+OK
S	FT	AF+ST
L	FQ	AF+QL

(c) By offsetting both the stations on any line.

மற்றொரு வழி :—

Fig. 42.



ஏதேனும் CD என்னும் லயனில் A,B கற்களுக்கு ஆப்செட்டுகள் AE, BF எடுக்கவேண்டியது. மேற்படி ஆப்செட்டுகளில் அதிக நீளமாயிருக்கும் BF லயனிலிருந்து AE ன் தூரத்திற்கு சரியாய் BG யை அளந்து G யினிடம் ஜண்டா போடவேண்டியது. EG லயனில் A,J,K,L,M,N,B கற்களுக்கு ஆப்செட்டு எடுக்கவேண்டியது. A யின் ஆப்செட்டு விழும் H குறியிலிருந்து B யின் ஆப்செட்டு விழும் T குறிவரையில் நீளம் AB க்கு சரி. மற்ற குறிகளுக்கு ஆப்செட்டுகள் அடியில் கண்டபடி கண்டுபிடிக்க வேண்டியது.

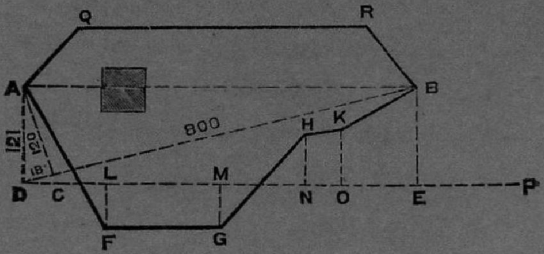
கல்.	செயின் லயன்.	ஆப்செட்டு.
J	HP	AH − PJ
K	HO	AH + OK
L	HQ	AH + QL
M	HR	AH + RM
N	HS	AH + SN

குறிப்பு:—Fig 28, 29 ல் காட்டியபடி A,B கற்களிலிருந்து CD லயனில் எடுக்கப்பட்ட ஆப்செட்டுகள் சவுகரியப்படி நீளப்படுத்தியோ குருக்கியோ சரிசெய்து டயாக்கனல் லயன் விடலாம்.

(*d*) By forming a right-angled parallelogram.

மற்றொரு வழி :—

Fig. **43.**



CA,CB நேர்க்கோணம் உண்டாகும்படி C என்னும் ஏதேனும் குறியை ஏற்படுத்தி CA,CB யை அளக்க வேண்டியது.

$$\frac{CA^2}{BC}=\frac{120^2}{800}=18$$

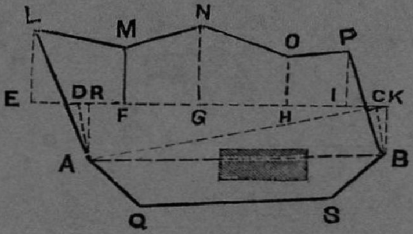
எவ்வளவாகிறதென்று கண்டுபிடிக்க வேண்டியது. வந்த ஈவு எவ்வளவோ (18-லிங்க்ஸ்) அவ்வளவு வைத்து BC லயனை நீட்டி D வரையில் அளக்கவேண்டியது. D குறியில் கிராஸ் டாப்பை நிறுத்தி A கல் ஒருவரையில் தெரியும்படி திருப்பவேண்டியது. அதற்கு நேர்க்கோணவரைக்கு நேராக சுமாராய் AB க்குள்ளதைவிட ஜாஸ்தியாயிருக்கும்படி P என்னும் ஒரு குறியை ஸ்தாபிக்கவேண்டியது. DP லயனில் வேண்டிய கற்களுக்கும் B க்கும் ஆப்செட்டுகள் எடுக்கவேண்டியது. B யின் ஆப்செட்டாகிய BE யானது AD க்கும் DE யானது AB க்கும் சரியாயிருக்கும். மற்ற ஆப்செட்டுகளை அடியில்கண்டபடி கண்டு கொள்ளலாம்.

கல்.	செயின் லயன்.	ஆப்செட்டு.
F	DL	AD + LF
G	DM	AD + GM
H	DN	AD − HN
K	DO	AD − KO

(*e*) By making alternate angles right-angles.

மற்றொரு வழி :—

Fig. **44.**



C என்னுமிடத்தில் BC,CA நேர்க்கோணமாகும்படி செய்து CB யை அளந்து C யில் ஜண்டாவை போட்டு விட்டு A யினிடம் போய் AC லயனுக்கு நேர்க்கோண மாக AD யை செய்து BC யின் தூரத்திற்கு சரியாய் AD யை அளந்து DC லயன் ஏற்படுத்த வேண்டியது. இந்த லயனை இருபுறத்திலும் நீட்டி அதில் A,B கற்களுக்கும் L,M,N,O,P கற்களுக்கும் ஆப்செட்டு எடுத்து அதி லிருந்து செயின் லயன் ஆப்செட்டு அளவுகளை மேல் சொன்னபடி கண்டு பிடிக்க வேண்டியது.

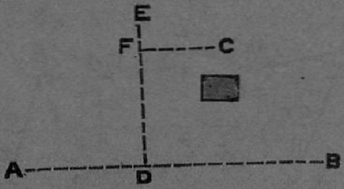
5. To measure obstructed offsets.

தடைபடும் ஆப்செட்டுகளை அளக்கும் விதம்.

(*a*) When the offset point is accessible but not visible from the chain line.

ஆப்செட்டு ஜண்டா சமீபத்தில் போகக்கூடியதா யிருந்து செயின் லயனிலிருந்து மறைவுபடும் கேசுகளில்.

Fig. **45**.

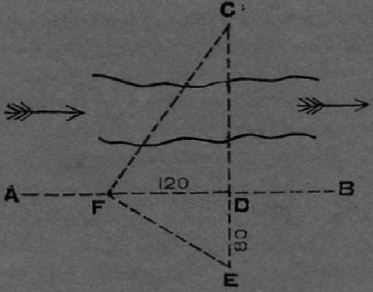


AB லயனில் C என்னும் கல்லுக்கு ஆப்செட்டு வேண்டியது மறைக்கிறது. AB லயனில் D என்னும் ஏதேனும் ஒரு குறியில் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி AB க்கு நேர்கோணமாகும்படி E என்னும் குறியை வேண்டிய தூரத்தில் ஸ்தாபிக்க வேண்டியது. இந்த D குறியில் ஒரு ஜண்டாவை நிறுத்தி DE லயனை அளந்துகொண்டு போய் அந்த லயனில் C க்கு CF ஆப்செட்டு எடுக்க வேண்டியது. C குறிப்பிற்கு செயின் லயன் DA+FC யாகவும், ஆப்செட்டு DF ஆகவும் இருக்கும்.

(*b*) When the offset point is visible but not accessible.

செயின் லயனிலிருந்து பார்க்கக்கூடியதாயிருந் தாலும் ஆறு, பரவலான நாகதாளி முதலியவைகளால் தடைபட்டு அளக்கக்கூடாத ஆப்செட்டு கண்டுபிடிக்கும் விதம்.

Fig. **46**.



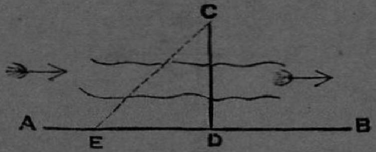
(1) Fig. 33 ல் கண்டபடி AB லயனில் C குறிக்கு ஆப்செட்டு வரக்கூடிய D என்னும் குறியை கண்டு பிடித்து CD லயனில் E என்னும் குறியை சவுகரியமான தூரத்தில் கண்டுபிடித்து DE லயன் அளந்து E குறியில் ஒரு ஆளை நிறுத்தவேண்டியது. AB லயனில் ஒரு கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி CFE நேர்க்கோணமாகும்படி F குறியை கண்டுபிடித்து DF யை அளக்கவேண்டியது.

$CD = \frac{DF^2}{DE}$ என்கிற சூத்திரத்தால் CD யின் அளவை அறியலாம்.

(2) Another method :—With a cross-staff cut to 45°

மற்றொருவழி :—

Fig. **47**.

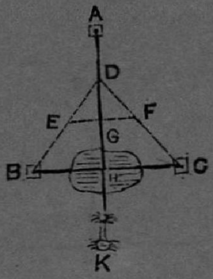


கிராஸ்டாப்பில் நேர்க்கோணத்துக்கு பாதியான 45^0 கோணம் வைத்து வரை அருத்திருந்தால் முதலில் AB லயனில் C என்னும் குறிக்கு நேர்க்கோணம் வரக்கூடிய ஸ்தானமாகிய D என்னும் குறியை கண்டுபிடித்துக் கொள்ளவேண்டியது. பிறகு AB லயனில் கொஞ்ச தூரம் அளந்துகொண்டுபோய் கிராஸ்டாப்பை நிறுத்தி ஒரு வரை வழியாய் AB லயனையும் அதற்கு 45^0 வரை வழியாய் C குறிப்பையும் பார்க்கவேண்டியது. E என்னும் குறிப்பில் அந்தமாதிரி தெரியும் பட்சத்தில் AD செயின் லயன் அளவாகவும் DE ஆப்செட்டு அளவாகவும், வைத்துக்கொள்ளலாம். DE ஆனது CD க்கு சமானமாயிருக்கும்.

6. To connect on an immeasurable traverse line a purtal line from a Theodolite station.

A என்னும் தியாடலைட் கல்லிலிருந்து பர்ட்டால் லயன் K என்னும் ஒரு மரத்திற்கு நேராய் அளந்துக்கொண்டு போகும்போது BC என்னும் தியாடலைட் லயனில் அளக்கக்கூடாத மறைவானுல் மேற்படி BC லயனில் AK லயன் சந்திக்கும் அளவு கண்டுபிடிக்கும் விதம்.

Fig. **48.**



AK லயனில் B, C ஐண்டாக்கள் தெரியக்கூடியதாயும் அளக்கக்கூடியதாயும் D என்னும் குறியில் நின்று DB, DC யை அளந்து ஒவ்வொன்றிலும் சரிபாதிகளாகிய E,F குறிகளை கண்டுபிடித்து இந்த EF லயனில் AD லயன் சந்திக்கும் G குறியை கண்டுபிடிக்க வேண்டியது. BCயை AD சந்திப்பது H என்னும் குறியிலென்று வைத்துக்கொண்டால் அடியில் கண்ட சூத்திரத்தினால் நமக்கு வேண்டிய சந்திப்பு அளவுகளை கண்டு பிடித்துக் கொள்ளலாம்.

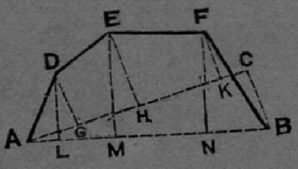
$$BC = 2EF, \; CH = 2GF.$$

$$DH = 2DG, \; BH = 2EG.$$

7. To compute offset and chain distances on a given line from those taken on another line not parallel to the given line.

ஒரு லயன் ஆப்செட்டினின்றும் மற்றொரு லயன் ஆப்செட்டு கண்டுபிடிக்க.

Fig. 49.



AC என்னும் லயனில் D,E,F,B கற்களுக்கு DG, EH,FK,BC ஆப்செட்டுகள் முறையே எடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவைகளைகொண்டு மேற்படி D,E,F கற்களுக்கு AB லயனில் DL,EM,FN ஆப்செட்டுகளும் செயின் லயன் அளவுகளும் கண்டுபிடிக்கவேண்டிய விதம்.

கல்.	செயின் லயன்.	ஆப்செட்டு.
D;	$AL=\frac{(AG\times AC)-(DG\times CB)}{AB}$;	$DL=\sqrt{AG^2+DG^2-AL^2}$
E;	$AM=\frac{(AH\times AC)-(EH\times CB)}{AB}$;	$EM=\sqrt{AH^2+EH^2-AM^2}$
F;	$AN=\frac{(AK\times AC)-(FK\times CB)}{AB}$;	$FN=\sqrt{AK^2+FK^2-AN^2}$

Fig. **50**.

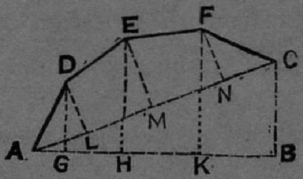


Fig. **51**.

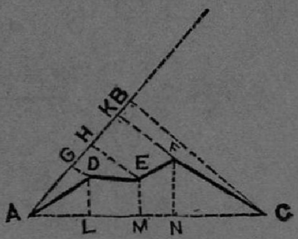


Fig. 50, 51 - ல் AB லயனில் D,E,F,C கற்களுக்கு DG,EH,FK,CB ஆப்செட்டுகள் எடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவைகளைக்கொண்டு மேற்படி D,E,F கற்களுக்கு AC லயனில் ஆப்செட்டு கண்டுபிடிக்க வேண்டிய விதம்.

நல். சேயின் லயன். ஆப்சேட்டு.

$$D \begin{cases} AL = \dfrac{(AG \times AB) + (DG \times BC)}{AC} \\ DL = \sqrt{AG^2 + DG^2 - AL^2} \end{cases}$$

$$E \begin{cases} AM = \dfrac{(AH \times AB) + (EH \times BC)}{AC} \\ EM = \sqrt{AH^2 + EH^2 - AM^2} \end{cases}$$

$$F \begin{cases} AN = \dfrac{(AK \times AB) + (FK \times BC)}{AC} \\ FN = \sqrt{AK^2 + KF^2 - AN^2} \end{cases}$$

Fig. **52**

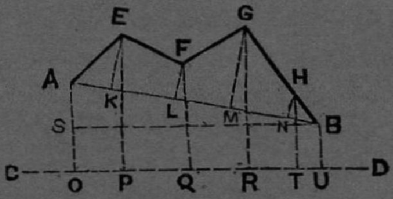


Fig. 52-ல் E,F,G,H கற்களுக்கு CD என்னும் லயனில் ஆப்செட்டுகள் எடுத்திருப்பதைக் கொண்டு ஷை கற்களுக்கு AB என்னும் லயனின்பேரில் வரும் செயின் லயன் ஆப்செட்டு அளவுகளைக் கண்டுபிடிக்கும விதம்.

BU லயன் அளவை எல்லா ஆப்செட்டினின்றும் கழிக்க அது BS என்னும் லயன்பேரில் ஆப்செட்டாய் விடும். அதினின்றும் AB யின்பேரில் ஆப்செட்டு மேலே Fig. 49, 50-ல் சொல்லியபடி கண்டுபிடித்துக் கொள்ள லாம்.

அதேமாதிரி AB லயன்பேரில் எடுத்த ஆப்செட்டு களைக்கொண்டு CD என்னும் லயன்பேரில் வரும் ஆப் செட்டுகளை கண்டுபிடித்துக் கொள்ளலாம்.

8. Calculation of length not actually measured.

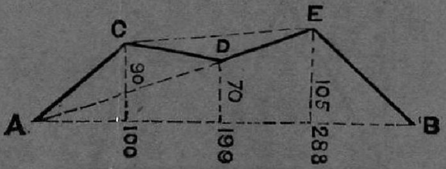
How to calculate the distance between any two points offsetted on either side of a purtal or diagonal line.

ஒரு பர்ட்டால் அல்லது டையாகனல் லயனுக்கு ஒரே பக்கத்திலாவது எதிர் பக்கங்களிலாவது எடுக்கப் பட்டிருக்கும் ஆப்செட்டுகளிலிருந்து அந்த குறிகளுக் குள்ள தூரத்தை கண்டுபிடிக்கும் வழி :—

(1) டையாகனல் லயனுக்கு ஒரே பக்கத்தில் இரண்டு கற்களுக்கு ஆப்செட்டு எடுத்திருந்தால் ஷை ஆப்செட்டுகளின் வித்தியாசத்தின் வர்க்கத்தையும் அந்த ஆப்செட்டுகளின் மத்தியிலுள்ள செயின் லயன் அளவின் வர்க்கத்தையும் கூட்டிய தொகையின் மூலம் ஷை இர ண்டுகற்களுக்கும் உண்டான தூரம்.

உதாரணம்.

Fig. **53.**



$$A\ C=\sqrt{100^2+90^2}=\sqrt{10{,}000+8{,}100}=\sqrt{18{,}100}$$
$$=135$$

$$C\ D=\sqrt{(199-100)^2+(90-70)^2}=\sqrt{99^2+20^2}$$
$$=\sqrt{9{,}801+400}=\sqrt{10{,}201}=101$$

$$A\ D=\sqrt{199^2+70^2}=\sqrt{39{,}601+4{,}900}=\sqrt{44{,}501}$$
$$=211$$

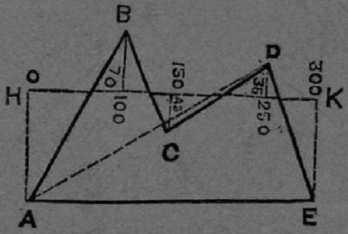
$$C\ E=\sqrt{(288-100)^2+(105+90)^2}=\sqrt{188^2+15^2}$$
$$=\sqrt{35{,}344+225}=\sqrt{35{,}569}=189$$

$$D\ E=\sqrt{(288-199)^2+(105-70)^2}=\sqrt{89^2+35^2}$$
$$=\sqrt{7{,}921+1{,}225}=\sqrt{9{,}146}=96$$

$$E\ B=\sqrt{(389-288)^2+105^2}=\sqrt{101^2+105^2}$$
$$=\sqrt{10{,}201+11{,}025}=\sqrt{21{,}226}=146$$

(2) டையாகனல் லயனுக்கு எதிர் பக்கங்களில் இரண்டு கற்களுக்கு ஆப்செட்டு எடுத்திருந்தால் ஷை ஆப்செட்டுகளை கூட்டிய தொகையின் வர்க்கத்தையும் ஷை ஆப்செட்டுகளின் மத்தியிலுள்ள செயின் லயன் அளவின் வர்க்கத்தையும் கூட்டிய தொகையின்மூலம் ஷை கற்களுக்கு உண்டான தூரம்.

Fig. **54.**



உதாரணம் :—

$$AB = \sqrt{(125+70)^2+100^2} = \sqrt{195^2+100^2}$$
$$= \sqrt{38,025+10,000} = \sqrt{48,025} = 210$$

$$BC = \sqrt{(150-100)^2+(70+45)^2} = \sqrt{50^2+115^2}$$
$$= \sqrt{2,500+13,225} = \sqrt{15,725} = 126$$

$$CD = \sqrt{(250-150)^2+(35+45)^2} = \sqrt{100^2+80^2}$$
$$= \sqrt{10,000+6,400} = \sqrt{16,400} = 128$$

$$DE = \sqrt{(300+250)^2+(110+35)^2} = \sqrt{50^2+145^2}$$
$$= \sqrt{2,500+21,025} = \sqrt{23,525} = 153$$

$$AD = \sqrt{250^2+(125+35)^2} = \sqrt{250^2+160^2}$$
$$= \sqrt{62,500+25,600} = \sqrt{68,100} = 261$$

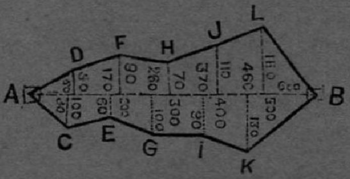
$$BD = \sqrt{(250-100)^2+(70-35)^2} = \sqrt{150^2+35^2}$$
$$= \sqrt{22,500+1,225} = \sqrt{23,725} = 154$$

$$AE = \sqrt{300^2+(125-110)^2} = \sqrt{300^2+15^2}$$
$$= \sqrt{90,000+225} = \sqrt{90\ 225} = 301$$

(3) இம்மாதிரியே 55-வது Fig. ல் கண்டபடி இருபக்கங்களிலும் எவ்வளவு ஆப்செட்டுகள் எடுக்கப்பட்டிருந்தாலும் வேண்டிய அளவிடாத பக்கங்களின் தூரங்களை கண்டுபிடிக்கலாம்.

உதாரணம்.

Fig. **55.**



$$AC = \sqrt{80^2 + 80^2} = \sqrt{6,400 + 6,400} = \sqrt{12,800}$$
$$= 113$$

$$AD = \sqrt{100^2 + 50^2} = \sqrt{10,000 + 2,500} = \sqrt{12,500}$$
$$= 112$$

$$CE = \sqrt{(170-80)^2 + (80-60)^2} = \sqrt{90^2 + 20^2}$$
$$= \sqrt{8,100 + 400} = \sqrt{8,500} = 92$$

$$DF = \sqrt{(200-100)^2 + (90-50)^2} = \sqrt{109^2 + 40^2}$$
$$= \sqrt{10,000 + 1,600} = \sqrt{11,600} = 108$$

$$EG = \sqrt{(260-170)^2 + (100-60)} = \sqrt{90^2 + 40^2}$$
$$= \sqrt{8,100 + 1,600} = \sqrt{9,700} = 99$$

$$FH = \sqrt{(300-200)^2 + (90-70)^2} = \sqrt{100^2 + 20^2}$$
$$= \sqrt{10,000 + 400} = \sqrt{10,400} = 102$$

$$G\ I=\sqrt{(370-260)^2+(100-90)^2}=\sqrt{110^2+10^2}$$
$$=\sqrt{12,100+100}=\sqrt{12,200}=111$$

$$H\ I=\sqrt{(370-300)^2+(70+90)^2}=\sqrt{70^2+160^2}$$
$$=\sqrt{4,900+25,600}=\sqrt{30,500}=175$$

$$H\ J=\sqrt{(400-300)^2+(110-70)^2}=\sqrt{100^2+40^2}$$
$$=\sqrt{10,000+1,600}=\sqrt{11,600}=108$$

$$I\ K=\sqrt{(460-370)^2+(130-90)^2}=\sqrt{90^2+40^2}$$
$$=\sqrt{8,100+1,600}=\sqrt{9,700}=99$$

$$J\ L=\sqrt{(500-400)^2+(150-110)^2}=\sqrt{100^2+40^2}$$
$$=\sqrt{10,000+1,600}=\sqrt{11,600}=108$$

$$L\ B=\sqrt{(600-500)^2+150^2}=\sqrt{100^2+150^2}$$
$$=\sqrt{10,000+22,500}=\sqrt{32,500}=180$$

$$K\ B=\sqrt{(600-460)^2+130^2}=\sqrt{140^2+130^2}$$
$$=\sqrt{19,600+16,900}=\sqrt{36,500}=191$$

CHAPTER V.

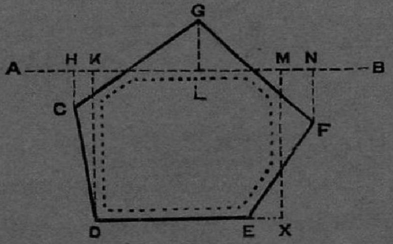
அத்தியாயம் 5.

MEASUREMENT BY CHAIN OF BLOCKS NOT CHAINABLE WITHIN.

ஏதேனும் ஒரு புலத்தில் உள்ளுக்குள் "டயாக்கினல்" அளந்து ஆப்செட்டு எடுக்கக்கூடாவிட்டால் அதை அளக்கும் விதம்.

1. By offsetting all stones on a single straight line conveniently chosen for the purpose.

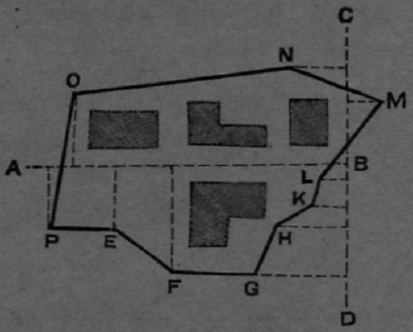
Fig. 56.



C D E F G என்னும் புலத்திற்குள் "டயாக்கினல்" அளக்க சாத்தியமில்லை. AB என்னும் ஏதேனும் ஒரு சவுகரியமான லயனை அளந்து அதில் எல்லா கற்களுக்கும் ஆப்செட்டுகள் அளந்தோ அல்லது மேலே 2-வது அத்தியாயத்தில் சொல்லிய வழிகளினால் அவசியமான அளவுகளைக் கண்டு பிடித்தோ பிளாட்டு செய்யலாம்.

2. By offsetting all stones on any two convenient straight lines taken at right angles to each other.

Fig. 57.



E F G H K L M N O P என்னும் நத்தமும் குளமும் சேர்ந்த புலத்தில் AB, CD என்னும் சவுகரியமான லயன்களில் நேர்க்கோணம் உண்டாகும்படி செய்து மேற்படி இரண்டு லயன்களின் பேரிலும் ஆப்செட்டுகள் எடுக்கலாம்.

3. By offsetting on a number of convenient straight lines taken at right angles to each other successively.

Fig. **58 A.**

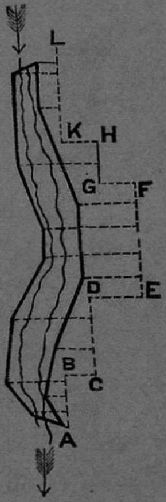
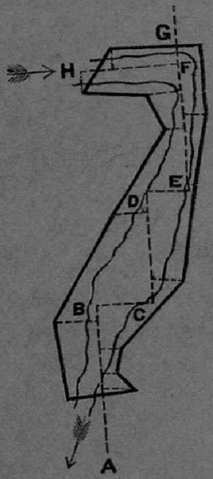


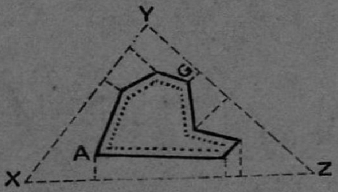
Fig. **58 B.**



3. அடிக்கடி வளைந்தும் பக்கங்கள் மறைவுபடும் Fig 58 (A and B) களில் காட்டிய வாரி அல்லது வழி போன்ற புலங்களை பிளாட்டு செய்வதற்கு ஒன்றுக் கொன்று நேர்க்கோணமாயுள்ள சில நேர்க்கோடுகளை அளந்து ஆப்செட்டு எடுக்கலாம்.

4. By offsetting all stones on the three sides of a triangle conveniently formed for the purpose.

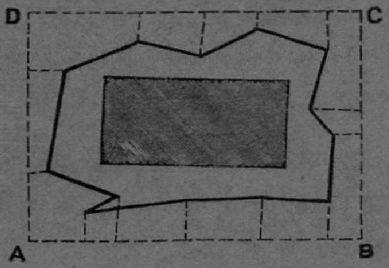
Fig. 59.



A-G என்ற ஒரு புலத்தை அளந்து பிளாட்டு செய்வதற்கு XYZயைப் போன்ற ஏதேனும் ஒரு முக்கோணத்தை ஏற்படுத்தி மேற்படி முக்கோணத்தின் மூன்று பக்கங்களிலிருந்தும் பிரஸ்தாப புலத்தின் எல்லா கற்களுக்கும் ஆப்செட்டுகள் எடுக்கலாம்.

5. By offsetting all stones on the sides of a rectangle conveniently formed for the purpose.

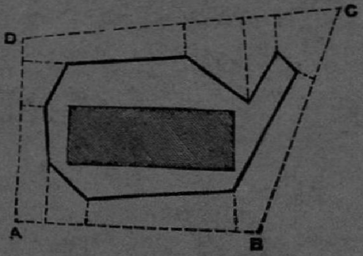
Fig. 60.



ABCD யைப் போன்ற ஏதேனும் ஒரு நாற்கோணம் (நாலு மூலையும் நேர்க்கோணமாகும்படி) பிரஸ்தாப புலத்திற்கு வெளியில் அளந்து அதின் நாலு பக்கங்களிலிருந்தும் எல்லா கற்களுக்கும் 60-வது பிகரில் காட்டியபடி ஆப்செட்டுகள் எடுக்கலாம்.

6. By offsetting on the sides of a quadrilateral conveniently formed for the purpose, having only one of its angles a right angle.

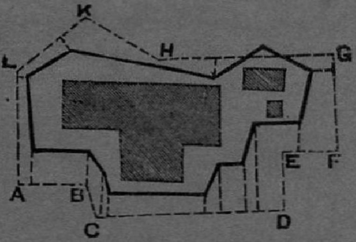
Fig. 61.



A மாத்திரம் நேர்க்கோணமாயுடைய ABCD என்னும் ஒரு நாற்கோணத்தை ஏற்படுத்தி அதின் நாலுபக்கங்களிலிருந்தும் எல்லா கற்களுக்கும் ஆப்செட்டுகள் எடுக்கலாம்.

7. By offsetting all stones on the sides of a rectilineal figure conveniently formed for the purpose, having all its angles but three successive ones as right angles.

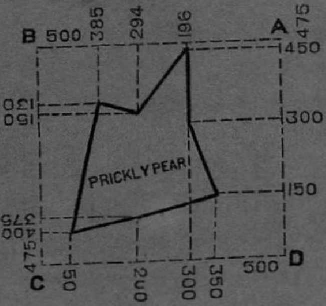
Fig. **62.**



L, K, H மூன்றுகோணம் மாத்திரம் நேர்க்கோணமா யில்லாமல் மற்ற கோணங்களெல்லாம் நேர்க்கோணமா யிருக்கும்படி ஏற்படுத்தப்பட்ட ஏதேனும் ABCDEFGHKL போன்ற நாலுக்கு மேற்பட்ட பக்கமுள்ள ஒரு உருவத்தை ஏற்படுத்தி அதின் பக்கங்களிலிருந்து எல்லா கற்களுக்கும் ஆப்செட்டுகள் எடுத்துப் பிளாட்டுசெய்யலாம்.

8. To survey an obstructed field whose boundary stones are not accessible for chain, though only visible from a distance.

Fig. **63.**



நாகதாளி முதலிய புதர்களினுல் ஒரு புலத்தின் சுற்றளவாவது "டயாக்னலாவது" அளக்கக்கூடாமலும் கல்கள் கண்ணுக்குத் தெரிந்த போதிலும் கிட்ட நெருங்கக் கூடாமலுமிருக்கும் கேசில் புலத்தை சர்வே செய்யும் விதம்.

புலத்திற்கு வெளியில் சவுகரியமானபடி நாலு பக்கத்திலும் அளக்க சாத்தியமாயிருக்கும் இடத்தில் ABCD என்ற நேர்கோண நாற்கோணம் (rectangle) ஏற்படுத்த வேண்டியது. பின்னிட்டு ஸ்கெச்சில் காட்டியபடி ஒவ்வொரு கல்லுக்கும் மேற்படி நாற்கோணத்தின் ஏதேனும் ஒரு நேற்கோணத்தின் இரண்டு நேர்க்கோட்டின் பேரிலும் ஆப்செட்டுகள் எடுக்கவேண்டியது. ஆப்செட்டுகளை அளக்க முடியாவிட்டாலும் பாதகமில்லை. செயின் லயன் அளவுகளைக் கொண்டு ஆப்செட்டு அளவுகள் கண்டுபிடிக்கலாம். இந்த இரண்டு ஆப்செட்டுகளையும் கொண்டு வேண்டிய குறிகளை பிளாட்டு செய்யலாம். டயாக்னல்களும் ஸ்கொயர் ரூட் (square root) வழியாய் கண்டு பிடித்துக்கொள்ளலாம்.

CHAPTER VI.

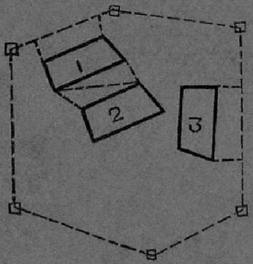
அத்தியாயம் 6.

1. To connect detached pieces of lands in an unsurveyed block by chain and cross-staff only.

சங்கிலி கிராஸ்டாப்புகளினால் அன்சர்வே பிளாக்கில் சாகுபடி துண்டுகளை பிளானில் சேர்க்கும் விதம்.

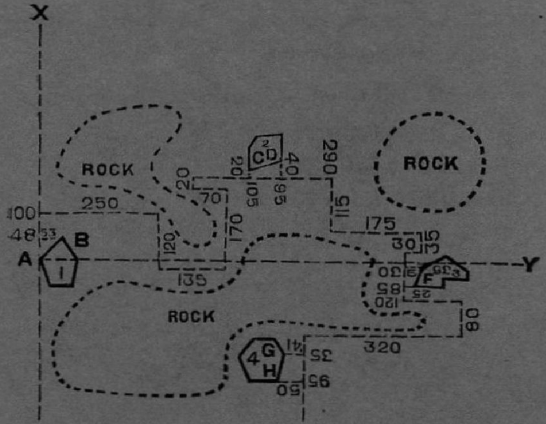
(1) *முக்கோண வழி:—*

Fig. **64.**



64-*வது பிகரில் கண்ட துண்டுகள் அன்சர்வே பிளாக்கு லயனுக்கு அருகாமையில் இருந்தால்* **1-3** *நெம்பர்கள் போல் ஆப்செட்டுகள் ஏதேனும் இரண்டு கல்லுகளுக்கு குறையாமல் அன்சர்வே பிளாக்கின் ஏதேனும் வேறே இரண்டு கல்லுக்கு போகும் லயனில் எடுக்கவேண்டியது.* 2-*ம் நெம்பர் போல் மத்தியிலிருந்தால் முன்னால் பிளானில் நிஷ்கரிஷையாயிருக்கும் ஏதேனும் இரண்டுக்குக் குறையாமல் கல்லுகளிலிருந்து இரண்டாவது துண்டினுடைய இரண்டு கல்லுகளுக்கு முக்கோணங்களாகும்படி அளக்கவேண்டியது.*

Fig. 65.



(2) அப்படி அளக்கமுடியாத கேசுகளில் ஒன்றுக் கொன்று நேர்க்கோணமாகும்படி அநேக நேர்க்கோடு கள் அளந்து அதினின்றும் சேர்க்கலாம்.

பிகர் 65 ல் AB இரண்டு குறிகளுக்கும், 2 ல் CD க்கும், 3 ல் EF க்கும், 4 ல் GH க்கும், இம்மாதிரி ஆப்செட்டு எடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதை அளந்த பிர காரமே ஆப்செட்டுகள் ஒன்றின்பேரில் ஒன்றாய் பிளா ட்டு செய்யலாம்.

ஆனல் அதைவிட அடியில்கண்டபடி செய்வது ரொம்ப சரியாயிருக்கும்.

AX, AY போன்ற இரண்டு நேர்க்கோடு A ல் நேர்க்கோணமாகும்படி பிளாட்டு செய்துகொண்டு AX நேர்க்கோட்டிலிருந்து B யைப் பிளாட்டு செய்து AB லயன்பேரில் 1-வது நெம்பரை பிளாட்டு செய்யலாம்.

இந்த AX நேர்க்கோட்டில் C,D,E,F,G,H கல்லு களுக்கு செயின் லயன் ஆப்செட்டு அளவுகள் அடியில் குறித்தபடி கண்டுபிடிக்கலாம்.

கல். செயின் லயின்.

C 100 − 120 + 170 + 25 + 20 = 195

D 100 − 120 + 170 + 25 + 40 = 215

E 100 − 120 + 170 + 25 − 115 − 35 − 30 = − 15

F 100 − 120 + 170 + 25 − 115 − 35 − 85 = − 60

G 100 − 120 + 170 + 25 − 115 − 35 − 102 − 80 − 35 = − 192

H 100 − 120 + 170 + 25 − 115 − 35 − 102 − 80 − 95 = − 252

ஆப்செட்டு.

C 250 + 135 − 70 + 105 = 420

D 250 + 135 − 70 + 195 = 510

E 250 + 135 − 70 + 290 + 175 − 30 + 35 = 785

F 250 + 135 − 70 + 290 + 175 − 30 + 25 = 775

G 250 + 135 + 220 + 175 − 30 + 110 − 320 − 41 = 499

H 250 + 135 + 220 + 175 − 30 + 110 − 320 − 50 = 490

இதில் 15, 60, 192, 252 க்கு முன்னிருக்கும்— (கழித்தல்) குறியினால் AX லயனில் பின்புறம் செயின் லயன் ஒன்று கண்டு கொண்டு அதினின்று பிளாட்டு செய்யவேண்டியது. அதேமாதிரி ஒரு வேளை ஆப்செட்டில்—(கழித்தல்) குறி வந்தால் AX லயனுக்கு இடது பக்கத்தில் ஆப்செட்டை பிளாட்டு செய்யவேண்டியது. இப்படி CD, EF, GH லயன்கள் பிளாட்டு செய்த பின்பு அந்தந்த நெம்பர்கள் அதாவது முறையே 2—3—4 பிளாட்டு செய்யலாம்.

CHAPTER VII.

அத்தியாயம் 7.

PLOTTING.—பிளாட்டிங்கு.

EXPLANATION AND DEFINITION OF EYESKETCHES AND PLOTTED MAPS.

1. நில சர்வே செய்வதில் ஒரு முக்கியமான காரியம் சர்வே செய்யும் புலம் அல்லது பூமியின் உருவத்தைப்போன்ற ஒரு உருவத்தை காகிதத்தில் ஏற்படுத்துவதாகும்.

அப்படி ஏற்படுத்தும் உருவத்தில் சாதாரணமாய் "ஐ ஸ்கெச்சு" "பிளாட்டட் பிளான்" என்று இரண்டு விதமுண்டு.

ஐ ஸ்கெச்சு என்பது பூமியின் உருவத்தைப் போன்ற உருவம் காகிதத்தில் கண்பார்வையைக் கொண்டோ அல்லது உத்தேசமான அளவுகளைக் கொண்டோ ஏற்படுத்தப்பட்ட நக்ஷா.

பிளாட்டட் பிளான் என்பது பூமியை மிகவும் சரியாயும் கணித சாஸ்திரப்படியாயும் அளந்து ஷை விதிப்படி தயார் செய்யப்படும் நக்ஷா.

இம்மாதிரி தயார் செய்யப்படும்பிளாட்டான பிளான் தான் மாப்பு என்று சொல்லப்படும்.

EYESKETCH AND PLOTTED MAP COMPARED.

2. பிளான் தயார் செய்யும்வழியை ஒருவன் தெரிந்துகொண்டால் கொஞ்சமும் தப்பாமல் அதை வெகு சுலபமாய் தயார் செய்யலாம். தவிர பலபரிமாணங்களில்

ஒரே பூமியின் பிளான் தயார் செய்யப்பட்டாலும் அவை களுக்கெல்லாம் பூமியின் அளவு ஒரே அளவுள்ளதாய் கொஞ்சமும் வித்தியாசமின்றி இருக்கும்.

இம்மாதிரி தயார் செய்யப்பட்ட ஒரு பிளான் அல்லது பிளாடட் மாப்பானது ஒரு மனிதன் அல்லது ஒரு வஸ்துவை பொட்டகிராப் பிடித்தால் அந்த பொட்ட கிராப் எப்படி அந்த மனிதன் அல்லது வஸ்துவின் சரியான உருவத்தை ஒரே தாமாஷா உள்ள சிறிய பரிமாணத்தில் காட்டுமோ அப்படி அந்த நிலத்தின் உருவத்தை சிறிய பரிமாணத்தில் காண்பிக்கும்.

தவிர இப்படி தயார் செய்யப்பட்ட பிளான் பூமியைவிட நிஷ்கரிஷையாய் இவ்வளவு மடங்கு சிறியது என்று அந்த பிளாட்டு செய்த பிளானிலேயே அறியலாம். அறிந்த பிறகு எதாகிலும் ஒரு லயன் வாஸ்தவத்தில் பூமியில் அளக்கப்படாமலிருந்தபோதிலும் அதின் நீளத்தை நாம் தயார் செய்திருக்கும் பிளானில் ஸ்கேல் வைத்து அறிந்து கொள்ளலாம். தவிர ஷை புலத்தின் எந்த பாகத்தின் விஸ்தீரணத்தையும் பூமியில் அளக்காமலே பிளானிலேயே சுலபத்தில் கண்டு பிடிக்கலாம். பிளான் தயார் செய்வதின் ஒரு முக்கியமான கருத்து சுலபத்தில் விஸ்தீரணம் கண்டு பிடிப்பது.

கை ஸ்கெச்சானது கணித சாஸ்திரப்படி தயார் செய்யப்படாமல் கண்பார்வை அல்லது உத்தேசமான அளவுகளைக் கொண்டு தயார் செய்யப்படுவதில் ஒருவன் கண்ணினல் ஒருமனிதனை அல்லது வஸ்துவைப்பார்த்து அவனை அல்லது அதைப்போன்ற ஒரு சித்திரம் கையினல் தயார் செய்வதை ஒத்திருக்கும். கை ஸ்கெச்சு

தயார் செய்கிறவனுடைய திறமையையும் பழக்கத்தையும் சாதுரியத்தையும் பொருத்து சற்றேறக்குறைய பிளாட்ட் ஸ்கெச்சுக்கு சரியாய் தயார் செய்யப்பட்டிருந்த போதிலும் பிளாட்டான பிளானுக்குள்ள மேல் சொல்லிய குணங்கள் அமையாமலிருக்கும். தவிர அநேகர் ஒரே பூமியின் கை ஸ்கெச்சு தனித்தனி தயார் செய்தால் அவர்கள் எவ்வளவு சாமர்த்தியசாலிகளாயிருந்தாலும் அவர்களால் தயார் செய்யப்பட்ட கை ஸ்கெச்சுகள் ஒன்றுக்கொன்று சரியாயிராது.

DIRECTION AND SCALE OF PLAN.

3. ஒவ்வொரு கைஸ்கெச்சு அல்லது பிளானிலும் தலைப்புறம் வடக்காயும் வலதுகைப்பக்கம் கிழக்காயும் அடிப்புறம் தெற்காயும் இடதுகைப்பக்கம் மேற்காயும் தயார் செய்ய வேண்டியது. அதில் எழுதப்பட்ட சகல அளவு பெயர் எல்லாவற்றையும் நேருக்கு நேராய் எழுத வேண்டும். வடக்குக்குறி போட வேண்டும். ஸ்கேல் தாக்கல்செய்ய வேண்டும். கூடுமானால் ஸ்கேல் ஒன்று சிறியதாய்ப்போடவேண்டும். அநேகபிளான்களடங்கிய(Atlas) புஸ்தகமாயிருந்தால் அதில் எல்லா பிளான்களும் ஒரே பக்கமாயிருந்து ஏதாவது ஒன்று வேறே பக்கம் திருப்பிப் போடப்பட்டிருந்தால் அவசியம் அதில் வடக்குத்திக்கு நன்றாய் குறிக்கவேண்டும்.

ஒரு புலத்தின் பிளானை எந்தஸ்கேலில் தயார்செய்ய வேண்டுமென்பது அதில் காட்டவேண்டிய உட் பிரிவுகளையும் அளவுகளையும் தாக்கல் செய்யவேண்டிய அம்சங்களையும் தெளிவாய்க்காட்ட போதுமான இடமுள்ள

தானென்பதைப்பொருத்திருக்கிறது. அதிகமான அளவுகள் அல்லது சப்டிவிஷன்களை காட்டவேண்டியதாயிருந்தால் அதற்குத்தக்கபடி பெரிய ஸ்கேலில் பிளான் தயாரிக்க வேண்டும்.

HOW TO PREPARE A HAND SKETCH.

4. மேற்சொல்லிய கை ஸ்கெச்சானது பிளான் அல்லது பிளாடட் ஸ்கெச்சைவிட அதிக கஷ்டத்துடனும் பழக்கத்துடனும் தயாராக வேண்டியதாயும் அதிக பிரயோஜனபடத் தக்கதல்லதாயும் சரியாயில்லாமல் உத்தேசமான அளவுள்ளதாயுமிருந்தாலும் பிளான் தயார் செய்ய தேவையான அளவுகளை பூமியில் அளந்துகுறிக்கும் நிமித்தியம் முன்னால் கைஸ்கெச்சு தயார் செய்தால் தான் சவுகரிய மாயிருக்குமாகையால் கைஸ்கெச்சுபோட பழகவேண்டியதும் மிகவும் அவசியமான வேலை.

ஒருநிலம் அல்லது பூமியின் பிளாடட் நக்ஷா அதாவது பிளான் தயார்செய்ய வேண்டுமானால், அந்த நிலத்தைச்சுற்றி மூலைக்குமூலை குறிகள் ஏற்படுத்தவேண்டும். அப்படி ஏற்படுத்தும் குறிகளை அடுத்து அடுத்து ஒன்றோடொன்று நேர்க்கோடாய் சேர்த்தால் ஸ்கெச்சு ஏற்படவேண்டிய நிலத்தில் கொஞ்சமும் வெளிப்படாமலும் வேறேநிலம் உள்ளே சேராமலுமிருக்கும்படி இருக்க வேண்டும். அப்பேற்பட்ட குறிகளை ஏற்படுத்தினபின்பு அவைகளைக்காட்டி அந்த பூமியின் உருவத்தைப்போன்ற ஒரு கை ஸ்கெச்சு தயார்செய்யவேண்டும்.

இம்மாதிரி தயார் செய்யப்படவேண்டிய கை ஸ்கெச்சானது கூடியவரையில் பூமியின் உருவத்தை ஒத்திருக்க வேண்டும். அப்படிச்செய்ய அடியில்கண்ட அம்சங்களை முக்கியமாய் கவனிக்கவேண்டும்.

முதலில், பூமியில் ஆரம்பிக்கும் இடத்திற்கும் பூமிக்கும் இருக்கும் திசையை அனுசரித்து காகிதத்தில் எந்தஇடத்தில் அதற்குரிய புள்ளியை எடுத்துக்கொண்டால் காகிதத்திற்குள்ளாகவே அந்த ஸ்கெச்சுநிறைந்து அடங்குமோ அதை யனுசரித்து எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

அந்த மாதிரி அந்த முதல் குறியின் நிலைமையை காகிதத்தில் தாக்கல் செய்தபின்பு இரண்டு புறமும் ஏற்படுத்திய இரண்டு குறிகளிலும் இரண்டு ஜண்டாக்களை நிறுத்தி இந்த இரண்டு கோடுகளால் பூமியிலிருக்கும் கோணம் காகிதத்தில் சரியாயிருக்கும்படி இரண்டு பக்கத்திலும் சிறியகோடுகள் இழுக்கவேணும். பின்னிட்டு முதல் குறியினின்று இரண்டாவது குறிக்கு நடக்கும்போதே எத்தனைதாண்டு(Pace) நடக்கிறோமென்று மனதிலேயே எண்ணிக்கொண்டுபோய் அதை யனுசரித்து முன்னமேயே இழுக்கப்பட்ட கோட்டை நீட்டவேண்டும். இவ்விதமாகவே மற்ற கோணங்களையும் லயன்களின் நீளங்களையும் நிதானித்து ஸ்கெச்சு தயார்செய்துகொண்டுபோனால் புலத்தின் உருவம் காகிதத்தில் சற்றேறக்குறைய சரியாய் ஏற்படும். இது சர்வேவேலையில் வெகுயுக்தியும் பழக்கமும் வேண்டியதாகையால் அதை பழகுகிறவரையில் இம்மாதிரி அடிக்கடி போடவேண்டும். கை ஸ்கேச்சானாலும் கையால் கோடுகள் இழுக்காமல் ஷேப்ரூலரைக் கொண்டே கோடுகள் இழுக்கவேண்டும்.

பின்னிட்டு அந்த நிலத்தை எந்த மாதிரி அளக்கசவுகரியமோ, அவசியமோ, அவைகளையும், எந்த அளவு கருவிகள் இருக்கின்றனவோ, உபயோகப்படக்கூடுமோ அவைகளையும், எம்மாதிரி பிளான் தயார்செய்ய வேண்டுமோ,

அதையும் அது எந்தப்பரிமாணமாயும், எவ்வளவு நுட்பமாயுமிருக்க வேண்டுமென்பதையும் அனுசரித்து பூமியில் சர்வே செய்யவேண்டும். அப்படி சர்வேசெய்த ரிகார்டுகளினின்று பிளான் தயார்செய்ய வேண்டும்.

ARTICLES REQUIRED FOR PLOTTING.
பிளாட்செய்ய தேவையான கருவிகள்.

5. அம்மாதிரி பிளான் தயார் செய்வதற்கு சாதாரணமாய்வேண்டிய சாமான்களும் கருவிகளும் :—

(1) நல்ல காகிதம்.
(2) கூர்மையாயும் கடினமாயும் உள்ள பென்ஸல்.
(3) ரப்பர்.
(4) ஸ்கேல்.
(5) பிட்டு.
(6) கம்பாஸ்.
(7) பிளாட்டு பலகை.
(8) ஷேப் ரூலர்.
(9) நல்ல இங்கி.
(10) சவுகரியமான பேனு அல்லது டிராயிங்பென்.

6. இவைகளில் 1,2,3,9,10 சாமான்கள் நல்லவையாயிராவிட்டால் எவ்வளவு ஜாக்கிறதையாய் பிளான் தயார்செய்தாலும் அது அஸங்கியமாயும் அழுக்குள்ளதாயும் ஆய்விடும்.

SCALE.

7. ஸ்கேல்—பூமியிலிருக்கும் ஒரு தூரத்தை எவ்வளவு மடங்கில் சிறிதாய் பிளானில் காட்டியிருக்கிறதோ அதைக் காட்டுவது ஸ்கேல் என்று சொல்லப்படும்.

அதாவது ஒரு அங்குலம் ஒரு சங்கிலி ஸ்கேல் என்முல் பூமியில் ஒரு சங்கிலி தூரத்தை காகிதத்தில் ஒரு அங்குலமாக காட்டப்படுகிறது என்று தாத்பரியம். அதே மாதிரி ஒரு அங்குலம் இரண்டு சங்கிலி, ஒரு அங்குலம் ஐந்து சங்கிலி, ஒரு அங்குலம் பத்து சங்கிலி, என்றவைகளுக்கும் தாத்பரியம் கொள்ளுக. சில சமயத்தில் இவைகளையே 80, 40, 16, 8 அங்குல ஸ்கேல் என்று கூறுவதுமுண்டு. அதின் தாத்பரியம் என்னவென்முல் பூமியில் ஒரு மயில் (அதாவது 80 சங்கிலி) தூரமானது காகிதத்தில் முறையே 80, 40, 16, 8, அங்குலத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது என்று தாத்பரியம். இம்மாதிரி சொல்லுவதுடனும் பிளான் எத்தனை மடங்கு பூமியிலும் சிறியது என்று அறியும்படி பின்ன சங்கிகையாயும், (Representative Fraction) காட்டுவதுண்டு.

REPRESENTATIVE FRACTION.

அதாவது ஒரு அங்குலம் ஒரு சங்கிலி என்பதை ஒரு சங்கிலிக்கு 792 அங்குலமாகையால் பூமியில் 792 அங்குலதூர மிருப்பதை பிளானில் ஒரு அங்குலமாக காட்டப்பட்டது என்பதை குறிக்க $\frac{1}{792}$ என்றும் குறிப்பதுண்டு. அதேமாதிரி 40, 16, 8, அங்குல ஸ்கேலையும் $\frac{1}{1584}$, $\frac{1}{3960}$, $\frac{1}{7920}$ என்று குறிப்பிடலாம்.

பூமியில் நேர்க்கோட்டை அளப்பதற்கு எப்படி சங்கிலி உபயோகப்படுகிறதோ அப்படி காகிதத்தில் நேர்க்கோட்டை அளந்து பிளான் தயார் செய்ய ஸ்கேல் உபயோகப்படும்.

DEFINITION OF SCALE (INSTRUMENT).

ஸ்கேல் என்பது மரத்தினுலாவது காகிதத்தினுலாவது செய்யப்பட்டு சரிபாகமாய் வகுக்கப்பட்டுள்ளது. சாதாரணமாய் வழங்கி வரும் ஸ்கேல்களில் அங்குலங்களாக பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு அங்குலமும் பூமியில் எவ்வளவு சங்கிலி தூரத்தை காண்பிக்கிறது என்பதை குறிப்பிட, இரண்டு சமபாகங்களாகவோ, அல்லது ஐந்து சமபாகங்களாகவோ பிரிக்கப்பட்டிருக்கும் பாகங்களை வரிசைக்கிரமமாய் 1, 2, 3, என்று குறிப்பட்டிருக்கும். ஸ்கேலில் ஒரு சங்கிலி தூரத்தைக்காட்டும் அளவை மறுபடி 10 பாகங்களாக பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். அப்படி பிரிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு பாகமும் 10 லிங்கிஸ் தூரத்தைக் குறிப்பிடும். பிளாட்டு செய்யும்பொழுது 10 லிங்கிஸ்க்கு குறைவான அளவுகளை காண்பிப்பதற்கு ஐந்து லிங்கிஸ்க்கு உள்பட்டதை தள்ளியும் ஐந்து லிங்கிஸ்க்கு மேற்பட்டு பத்து லிங்கிஸ்க்குள்பட்டதை பத்து லிங்கிஸ் ஆகவும் வைத்து பிளாட்டு செய்யவேண்டும்.

BIT.

8. பிட் என்பது ஸ்கேல் மாதிரியே செய்யப்பட்டுள்ளது. ஆனுல் ஸ்கேலைப்போல் பெரியதாயிருமல் சிறியதாய் சாதாரணமாய் இரண்டு அங்குல நீளமுள்ளதாய் செய்யப்பட்டிருக்கும். இது பூமியில் (cross - staff) கிருஸ்டாப்பையும் (offset pole) ஆப்செட் கோலையும் உபயோகித்து ஆப்செட்டு எடுக்கிறதைப்போல, காகிதத்தில் ஆப்செட் எடுக்க உபயோகப்படுவதால் இதை ஆப்செட் ஸ்கேல் என்றும் சொல்லுவதுமுண்டு. இதை ஸ்கேலோடு சேர்த்து உபயோகிக்கும் பொழுது காகிதத்தில் நேர்க்கோணங்கள் உண்டாகும்.

COMPASS.

9. கம்பாஸானது ஸ்கேலில் வேண்டிய அளவை நிஷ்கரிஷையாய் எடுக்க கூர்மையான முனைகளுடைய தாயும் மடக்கக் கூடியதாயும் இருக்கிறது. இதினல் ஒரு நேர்க்கோட்டின் பேரில் முக்கோணத்தை பிளாட் செய்யலாம்.

DRAWING OR PLOTTING BOARD.

10. பிளாட்டிங்கு பலகையானது சாதாரணமாய் பிளாட்டு செய்யவேண்டிய காகிதத்தைத் தரையில் விரித்தால் அழுக்காவதுமன்றி தரையும் சமமாயில்லாமல் பிளான் தப்பிப்போகுமாகையால் அப்படி ஆகாமலிருக்கும் பொருட்டு உபயோகப்படுத்தும் சமமானபலகை.

SHAPE RULER.

11. ஷேப் ருலரானது ஸ்கேலினுல் எடுத்து குறிக்கப்பட்ட குறிகளைச் சேர்த்து நேர்க்கோடு இழுக்க உபயோகப்படும். இது ஸ்கேலைப்போலவே மாத்தினல் செய்யப்பட்டு தட்டையாயிருக்கும். சிலர் பென்ஸிலிலும் இங்கியிலும் நேர்க்கோடுகள் இழுப்பதற்கு ஸ்கேலையே உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். அப்படிச்செய்வதில் ஸ்கேல் சீக்கிரம் கெட்டுப்போகும்.

MEASUREMENT OF CURVED LINES.

12. எவ்விதத்தில் எந்தக் கருவிகளால் நிலசர்வே செய்தாலும் பூமியில் நேர்கோடுகளாகவே அளந்து பிளானிலும் நேர்க்கோடுகளாகவே பிளாட் செய்யவேண்டும். வட்டம் அல்லது வளைவாயுள்ள உருவங்களை அவ்விதமாகவே அளந்து பிளாட்செய்வது அசாத்தியம். அதை நேர்க்கோடுகளாகப் பிரித்து அளந்துதான் பிளாட் செய்யவேண்டும்.

DIFFERENT METHODS OF SURVEY.

13. ஒரு புலத்திற்கு பிளான் தயார்செய்ய வேண்டியதானுல் அதை அளந்த ரிகார்டுகளில் பிளான் தயார் செய்யத் தேவையான அளவுகள் இருந்தாலொழிய பிளான் தயார் செய்ய முடியாது. சரியான பிளான் தயார் செய்வதற்காக பூமியில் அளக்க வேண்டிய விதங்கள் முக்கியமாய் மூன்றுண்டு.

அவைகளாவன :—

(1) முக்கோண வழி.

(2) டையாகனல் ஆப்செட் வழி.

(3) கோண (Angular) அளவுள்ள வழி.

TRIANGULATION.

14. முக்கோண வழியாவது—நாம் அளக்க வேண்டிய புலத்தை கூடிய வரையில் எத்தனை பெரிய முக்கோணங்களாகப் பிரிக்கமுடியுமோ அப்படி உடைத்து அந்த முக்கோணங்களின் ஒவ்வொரு பக்கங்களின் அளவுகளையும் அளக்கவேண்டும். இம்மாதிரி அளப்பதில் பூமியில் சங்கிலி ஒன்றே உபயோகப்படுகிறது. அப்படி அளந்த அளவைக் கொண்டு ஸ்கேல், கம்பாஸ் இந்த கருவிகளினுல் காகிதத்தில் பிளாட் செய்யக்கூடும். முதலில் ஒரு முக்கோணத்தை பிளாட் செய்துகொண்டு பிறகு மற்ற முக்கோணங்களை ஒன்றின்பேரில் ஒன்ருய்ப் பிளாட் செய்யவேண்டும். இப்படி முக்கோணங்களாய் பிரிப்பதில் முக்கோணத்தின் மூன்று பக்கங்களும் ஒன்றுக்கொன்று கூடிய வரையில் சமமாய் இருக்கக்கூடியதாய் இருக்க வேண்டும். அப்படி சமமாயிருந்தால் பிளாட் செய்யும் பொழுது கொஞ்சம்கூட வித்தியாசப்படாமல் சரியாய் பிளாட்டு ஆகும்.

DIAGONAL AND OFFSET METHOD.

15. டயாக்னல் ஆப் செட்வழியாவது—ஒருபுலத்தில் ஒரு லயனையளந்து அந்த லயனின் பேரில் பக்கத்திலிருக்கும் குறிகளுக்கு ஆப்செட் எடுத்திருப்பதைக்கொண்டு பிளாட்செய்வது. இது ஸ்கேல் பிட்டினுல்பிளாட் செய்யலாம்.

ANGULAR MEASUREMENT.

16. கோண அளவுகளின் வழியாவது, நிலத்தில் கோணங்களை அளக்கும் கருவிகளைக் கொண்டு சர்வே செய்து அதை கோணம் பிளாட் செய்யும் (Protractor) கருவியைக்கொண்டு பிளாட்செய்வது. இதை பெரும்பாலும் அனுஷ்டிக்கிறதில்லை.

HOW TO FIX A POINT OR POSITION.

17. சங்கிலி கிராஸ்டாப்பு இவைகளைக் கொண்டு சர்வே செய்த புலத்தின் பிளான் தயார் செய்வதில், முக்கியமாய் கவனிக்க வேண்டிய தென்னவென்றல்—ஒரு பிளானில் ஒரு புதிய குறியின் இடத்தை பிளாட் செய்ய வேண்டுமானல்.—

(1-வது) அந்தகுறிக்கு பிளானில் ஏற்கனவே ஏற்பட்ட ஏதேனும் இரண்டு குறிகளினின்று அளவுகள் வேண்டும். கம்பாஸின் உதவியால் அந்த குறியை பிளாட் செய்யலாம்.

(2-வது) பிளாட்டாயிருக்கும் ஏதேனுமிரண்டு குறிகளைச் சேர்க்கும் நேர்க்கோட்டில் ஆப்செட்டு எடுத்திருக்கவேண்டும். அவைகளால் ஸ்கேல்பிட்டைக் கொண்டு அந்தக் குறியை பிளாட் செய்யலாம். இந்த இரண்டு அம்சங்களில் ஒன்றுவதில்லா விட்டால் அந்தக் குறியின் இடத்தை பிளாட் செய்யமுடியாது.

TWO INDEPENDENT CHECKS.

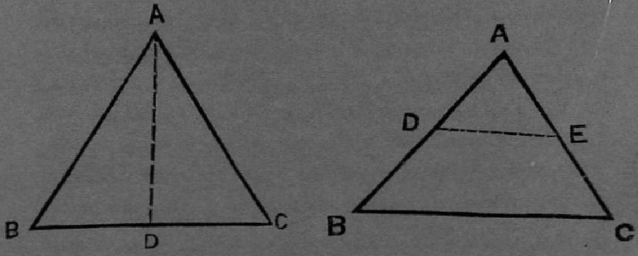
18. சர்வே செய்வதிலும் பிளான் தயார்செய்வதிலும் முக்கியமாய் சர்வே செய்வதில் ஒவ்வொருலயன் அளவையும் ஒன்றுக்கொன்று சம்மந்த மில்லாத இரண்டு விதங்களில் கண்டு பிடித்து ஒன்றுக் கொன்று சரியாய் தகவல் வந்தாலெழிய செய்தவேலே சரியென்றுசொல்ல முடியாது. எனென்றல் பூமியிலும் காகிதத்திலும் வேலே செய்யும் போது எவ்வளவு ஜாக்கிரதையாய் வேலே செய்தாலும் தப்பு உண்டாவதற்கு அநேக காரணங்களுண்டு. ஆகையால் மேற்சொல்லிய இரண்டு விதத்திலும் ஒவ்வொரு குறியின் அளவையும் பூமியில்அளந்து பிளான் தயார் செய்யும் போது ஒருவழியில் பிளாட் செய்து மற்றெருவழியில் தனிக்கை செய்வது மிகவும் அவசியம்.

TIE LINES.

19. இம்மாதிரி இரண்டுவழியிலும் அளப்பதில் சில சமயம் முக்கோணம் மிகவும் பெரியதாயிருந்தால் அதின் உச்சிக்கு ஆப்செட்டு எடுப்பது கஷ்டமாயாவது ஆக்ஷேபகரமாயாவது எற்படும். அப்பேற்பட்ட முக்கோணத்தில் நடுவில் முக்கோணத்தின் பக்கம் அல்லது பக்கங்களில் குறிகள் எற்படுத்தி அடியில் காட்டியபடி AD, DE, யைப்போன்ற செக்லேயன் (Tie line) அளக்க வேண்டும். இப்படி அளக்கும் செக்லயனே முக்கோணம் பிளாட்செய்த பின்பு ஸ்கேல்படி பார்த்து அளந்தஅளவுக்கு சரியாயிருந்தால் சரியென்றும் இல்லாவிட்டால் அளவிலேயோ பிளாட்டிலேயோ பிசகு இருக்கிறதென்றும் அறியலாம். சர்வே செய்யும்புலத்தில் நடுவில் ஆப்செட்டு எடுக்கவேண்டிய குறிகள் அதிகமாயிருந்தால்

இப்படி அளக்கவேண்டிய செக்லயினை அதற்கு அநு சரித்துவைத்தால் அதின்பேரிலும் ஆப்செட்டுகள் எடுக்கலாம்.

Fig. **66**.



20. முக்கோணம் சிலவேளைகளில் பெரியதாயிருந்தால், அப்பொழுது ஆப்செட்டுகள் I-வது அத்தியாயம் 4-வது பாராவில் சொல்லியபடி கிருஸ்டாப்பை இரண்டு புறமும்பார்த்து செயின் லயன் சராசரிசெய்து ஆப்செட்டு அளந்தால் கூடியவரையில் அந்த ஆப்செட்டு சரியாகவேவரும். தவிர ஒருவேளை கிராஸ்டாப் தப்பால் ஆப்செட்டுகிடைத்த இடம் தப்பிதமானாலும் அது செக்குலயனுக உதவும். செக்லயன் ஏதேனும் ஒரு குறியினின்று அளப்பதைவிட இப்படி ஆப்செட்டாக எடுப்பது அதிக சவுகரியமாயும் இன்னும் ஒரு செக் உடையதாயுமிருக்கும் ஆனால் இம்மாதிரி நீண்ட ஆப்செட்டுகளைக் கொண்டு பிளாட்டுசெய்யாமல் முதல் முக்கோணத்தை பிளாட்டு செய்துகொண்டு முக்கோண உச்சியினின்று செயின் லயன் குறிக்கு ஆப்செட்டுகோடு இழுத்து அதை ஸ்கேல் பிட்டினுல் செக்செய்வது உத்தமம்.

THE RATIO OF THE PLAN TO THE GROUND.

21. மேலே 7-வது பாராவில் ஸ்கேலைப்பற்றி விவரித்தபோது பூமியில் அளந்த நீளத்திற்கும் அதை காகிதத்தில் காட்டிய கோட்டுக்கும் உள்ள தாமாஷா அதாவது பரிமாணம் இவ்வளவு என்பதை ஸ்கேல் என்ற கருவியினால் கண்டுபிடிக்கும் விதம் சொல்லப்பட்டிருக்கிறது. இம்மாதிரி பிளாட்டு செய்யப்பட்ட ஒரு உருவம்அல்லதுபிளான் அது காட்டப்பட்டபூமியைவிட எத்தனைமடங்கு சிறிய தென்று அறியவேண்டுமானால் மேலேசொல்லிய நேர்க்கோட்டின் பரிமாணமாகிய ஸ்கேலுக்குறிய பரிமாணத்தை (Square) வர்க்கம் செய்யவேண்டும். அதாவது 1 அங்குலம் 1 சங்கிலி ஸ்கேலுக்கு பரிமாணமாகிய $\frac{1}{792}$ யை வர்க்கம்செய்தால் $\frac{1}{792 \times 792} = \frac{1}{627{\cdot}264}$ உள்ளது அதாவது காகிதத்தில் ஒரு சதுர அங்குலமாவது பூமியில் 6,27,264, சதுரஅங்குலம் அதாவது 10 சென்டாக ஏற்படும். இம்மாதிரியே காகிதத்தில் எந்த ஸ்கேலில் தயார் செய்யப்பட்ட பிளானாலும் அதற்கு பூமி இவ்வளவு பரிமாணம் உள்ளதென்பதை அறியலாம்.

22. மேலே சொல்லியபடி எப்படி ஒரு பூமியின் யாதேனும் ஒரு ஸ்கேலில் தயார் செய்த பிளான் அந்த பூமியைக்காட்டிலும் அத்தனை மடங்கு சிறியதென்று ஏற்படுமோ அம்மாதிரி ஒரே பூமியின் பிளானை வெவ்வேறு ஸ்கேலில் பிளாட்டுசெய்தால் ஒவ்வொரு பிளானுக்குள்ள "பரிமாண" வித்தியாசம் எவ்வளவு என்பதையும் சுலபமாய் கண்டறியலாம். அதாவது முறையே 16, 40, 80, அங்குலம் ஸ்கேலில் பிளான் தயார் செய்யபட்டால் இந்த பிளான்களில் எது எதைவிட பெரிது என்பதையும் எத்தனைமடங்கு பெரியதென்பதையும் சுலபமாய் அறியலாம்.

• எப்படி யெனில் 40 அங்குல ஸ்கேலில் தயார் செய்த பிளானில் எந்த நேர்கோடும் 16 அங்குல ஸ்கேலில் அதற்கு ஏற்பட்ட பரிமாணத்தைவிட $2\frac{1}{2}$ மடங்கு பெரிதாயிருக்கும் ஆகையால் உருவம் $(2\frac{1}{2})^2 = 6\frac{1}{4}$ மடங்கு பெரியதாயிருக்கும். அதேமாதிரி 80 அங்குலம் ஸ்கேலில் பிளாட் செய்த பிளான் $(\frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4}$ மடங்கு அதாவது 4 ல் ஒரு பங்கு சின்னதாயிருக்கும்.

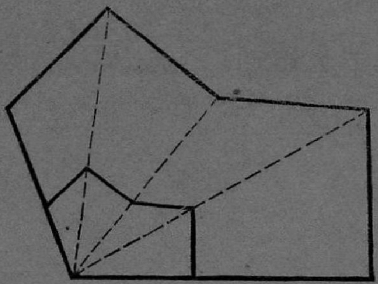
HOW TO REDUCE AND ENLARGE A FIGURE.

23. ஒரு ஸ்கேலில் பிளாட்செய்த பிளானினின்று மற்றொரு ஸ்கேலில் சரியான பிளான் சுலபமாய் தயார் செய்யடலாம்

முதல் வழி:—

பிளானில் ஏதேனும் ஒரு குறியை காயமாய்வைத்துக்கொண்டு அதற்கும் மற்றஒவ்வொரு குறிக்கும் உள்ள நேர்க்கோட்டை ஸ்கேலை அனுசரித்துநீட்டவோ குறுக்கவோவேண்டும். அதில் குறிகள்ஏற்படும். இது சரியாய் செய்யப்பட்டதா என்பதை சுற்றளவுகளால் தனிக்கை செய்துகொள்ளலாம்.

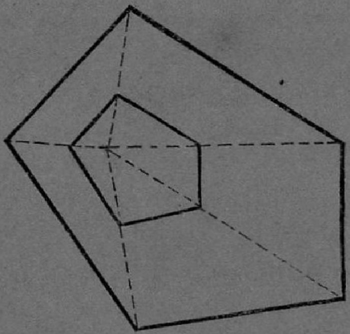
Fig. **67.**



இரண்டாவது வழி —

சவுகரியமான ஒருகுறி நடுவில்வைத்து அதினின்று முன்போலவே நீட்டவோ குறுக்கவோ வேண்டும்.

Fig. **68**.



24. பிளான் தயார் செய்வதில் பூமியிலிருக்கப்பட்ட கட்டடம், நத்தம், வழி, ரோடு, வாரி, கிணறு, மலைகுன்று, முதலானவைகளை அவசியம் சரியான இடத்தில் காட்டவேண்டும். இவைகளில்லாத பிளான் பூமியில் உபயோகப்படுத்த சவுகரியமாயிராது.

குறிப்பு.—கொடுத்த பிளான் கறுப்பு இங்கியிலும் செய்த பிளான் சிவப்பு இங்கியிலும் இழுக்கப்பட வேண்டும்.

CHAPTER VIII.

அத்தியாயம் 8.

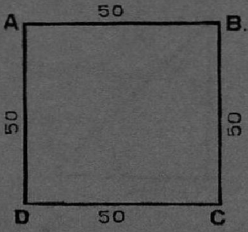
COMPUTATION OF AREA.

விஸ்தீர்ணம் கணிக்கும் விதம்.

1. Square—சதுரம்.

நாலு மூலையும் நேர்க்கோணமாயும் நாலு பக்கமும் சரியான நீளமாயுமிருப்பது சதுரம் :—இதின் விஸ்தீர்ணம்.—நீளத்தை அதினாலேயே பெருக்க வரும் சதுர அளவு :—

Fig. **69**.



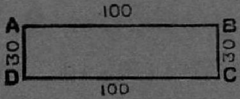
$50 \times 50 = 2{,}500$ சதுர லிங்க்ஸ்கள் அல்லது $2\frac{1}{2}$ செண்டு A.B.C.D. நேர்க்கோணங்கள்,

2. Rectangle.

நேர்க்கோண நாற்கோணம்.

நாலு மூலையும் நேர்க்கோணமாயும் எதிர் பக்கங்கள் மட்டில் சரியான நீளமாயுமிருப்பது நேர்க்கோண நாற்கோணம்.

Fig. **70.**



இதின் விஸ்தீரணம்.—நீளத்தை அகலத்தால் பெருக்கிவந்த சதுர அளவு.

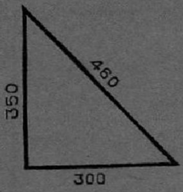
$100 \times 30 = 3{,}000$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்.

$= 3$ செண்டுகள்.

3. Right-angled triangle.

நேர்க்கோண முக்கோணம்.

Fig. **71.**



நேர்க்கோணத்தைச் சார்ந்த இரண்டு பக்கங்களின் அளவுகளையும் பெருக்கி வந்த சதுர அளவில் பாதியாகும்.

$\frac{350 \times 300}{2} = \frac{105{,}000}{2} = 52{,}500$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்

$= 0 \cdot 53$ செண்டுகள்.

4. Area of any triangle :—

ஏதாமொரு முக்கோணத்தின் விஸ்தீர்ணம்.

(*a*) When vertex is offsetted on a base.

எதிர் மூலைக்கு ஆப்செட் எடுத்திருந்தால்.

Fig. 72 A.

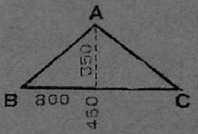
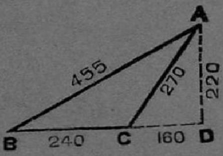


Fig. 72 B.



ஆப்செட்டையும் செயின் லயன் மொத்தத்தையும் பெருக்கி வந்ததில் பாதி.

$$\frac{800 \times 350}{2} = \frac{280,000}{2} = 140,000$$ சதுர விங்க்ஸ்கள்

அல்லது 1 ஏகரா 40 செண்டுகள்.

பிகர் 72 (B) யில் கண்டபடி ஆப்செட்டு வெளியில் விழுவதாயிருந்தபோதிலும் மேல் சொல்லியபடி விஸ்தீரணம் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$\frac{240 \times 220}{2} = \frac{52,800}{2} = 26,400$$ சதுரலிங்க்ஸ்கள் அல்லது 26 செண்டு.

(*b*) **When vertex is not offsetted and three sides alone are given.**

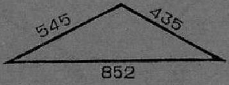
எதிர் மூலைக்கு ஆப்செட்டு எடுக்காமல் மூன்று பக்கங்கள் மாத்திரம் கொடுத்திருந்தால்.

(1) **By application of the formulæ.**

Area $= \sqrt{S\ (S-a)\ (S-b)\ (S-c)}$ where S represents half the sum of the three sides a, b, c.

முதல் வழி.

Fig. **73**.



முதலில் ஒரு முக்கோணத்தின் மூன்று பக்கங்களின் நீளங்களை கூட்டி வந்த பாதியிலிருந்து ஷை முக்கோணத்தின் ஒவ்வொரு பக்கத்தின் நீளத்தையும் கழித்து அதே பாதி தொகை, கழித்து வந்த மூன்று மிச்சத் தொகைகள் ஆகிய நாலையும் ஒன்றாக பெருக்க வேண்டும். அப்படி பெருக்கி வந்த தொகையின் ஸ்கொயர் ரூட்டானது கிடைக்கவேண்டிய விஸ்தீர்ணத்தை சதுர லிங்க்ஸ்களில் காட்டும்.

$$\frac{852+545+435}{2}=\frac{1832}{2}=916. \quad (1)$$

$$916-852=64. \quad (2)$$

$$916-545=371. \quad (3)$$

$$916-435=481. \quad (4)$$

விஸ்தீர்ணம் $=\sqrt{916\times64\times371\times481}$

$=\sqrt{10461511424.}$

$=102,280$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்

அல்லது 1 ஏகரா 2 செண்டுகள்.

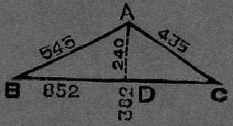
(2) By calculation of offset with the undermentioned formulæ.

ஆப்செட்டை கண்டு பிடித்து விஸ்தீர்ணம்

குணிக்க.

(a) ஆப்செட்டு முக்கோணத்திற்குள் விழுவதா யிருந்தால்.

Fig. 74.



$$CD = \frac{AC^2 + BC^2 - AB^2}{2\ BC}$$

$$= \frac{435^2 + 852^2 - 545^2}{2\,(852)}$$

$$= \frac{189{,}225 + 725904 - 297025}{1704}$$

$$= \frac{618104}{1704} = 362$$

$$AD = \sqrt{AB^2 - DB^2} \text{ or } \sqrt{AC^2 - CD^2}$$

$$= \sqrt{545^2 - 490^2} \text{ or } \sqrt{435^2 - 362^2}$$

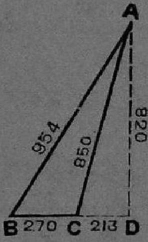
$$= 240$$

விஸ்தீர்ணம் $\frac{240 \times 852}{2} = 102{,}240$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்.

$= 1$ ஏகரா 2 செண்டுகள்

(b) ஆப்செட்டு முக்கோணத்திற்கு வெளியில் விழுவதாயிருந்தால்

Fig. **75.**



$$CD = \frac{AB^2 - AC^2 - BC^2}{2\,(BC)}$$

$$= \frac{954^2 - 850^2 - 270^2}{2 \times 270}$$

$$= \frac{910{,}116 - 722{,}500 - 72{,}900}{540}$$

$$= \frac{910{,}116 - 795{,}400}{540} = \frac{114{,}716}{540} = 213$$

$$AD = \sqrt{AB^2 - DB^2} \text{ or } \sqrt{AC^2 - CD^2}$$

$$= \sqrt{954^2 - 483^2} \text{ or } \sqrt{850^2 - 213^2}$$

$$= 823$$

விஸ்தீர்ணம் $= \dfrac{823 \times 270}{2}$

$= 111{,}105$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்

அல்லது 1 ஏகரா 11 செண்டுகள்.

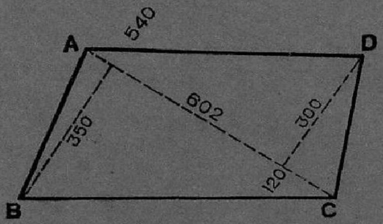
5. Area of any quadrilateral.

ஏதேனும் நாற்கோணத்தின் விஸ்தீர்ணம்.

(a) When the opposite corners are offsetted on a diagonal.

ஒரு டயாகனலின்பேரில் எதிர்மூலைகளுக்கு ஆப்செட்டு எடுத்திருந்தால்

Fig. 76.



இரண்டு முக்கோணமாயுள்ளதால் இரண்டு ஆப்செட்டையும் கூட்டி டயாகனலினால் பெருக்கி வந்த மொத்தத்தின் பாதி, விஸ்தீர்ணம்.

$$\frac{(350+300)\times 602}{2} = \frac{650 \times 602}{2}$$

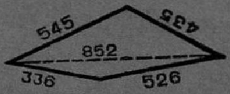
$= 195,650$ சதுரலிங்க்ஸ்கள்

அல்லது 1 ஏகரா 96 செண்டுகள்.

(b) When not offsetted.

ஆப்செட்டு எடுக்காமலிருந்தால்.

Fig. 77.



இரண்டு முக்கோணங்களின் விஸ்தீர்ணம் (4) (b) வழியில் தனித்தனி கண்டு பிடித்து கூட்டவும்.

$$\frac{852+545+435}{2} = \frac{1832}{2} = 916 \ (1)$$

$$916 - 852 = 64. \ (2)$$

$$916 - 545 = 371. \ (3)$$

$$916 - 435 = 481. \ (4)$$

விஸ்தீர்ணம் $= \sqrt{916 \times 64 \times 371 \times 481}$

$= \sqrt{10461511424}$

$= 102,280$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்

அல்லது 1 ஏகரா 2 செண்டுகள்.

$$\frac{526+336+852}{2} = \frac{1714}{2} = 857 \ (1)$$

$$857 - 526 = 331 \ (2)$$

$$857 - 336 = 521 \ (3)$$

$$857 - 852 = 5 \ (4)$$

விஸ்தீர்ணம் $= \sqrt{857 \times 331 \times 521 \times 5}$

$= \sqrt{738952535}$

= 27,183 சதுர லிங்க்ஸ்கள் அல்லது

0·27 செண்டுகள்.

1 ஏகரா 2 செண்டுகள்.

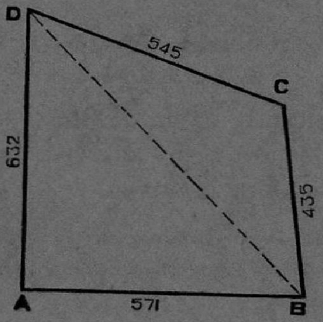
0 „ 27 செண்டுகள்.

மொத்தம் ... 1 ஏகரா 29 செண்டுகள்.

6. Area of a quadrilateral with one angle a right angle; given only the four sides.

ஒரே நேர்க்கோணமுள்ள நாற்கோணத்தின் நான்கு பக்க அளவு மட்டில் கொடுத்திருந்தால்.

Fig. 78.



BD லயனை $\sqrt{AB^2+AD^2}$ என்னும் சூத்திரத்தினால் கண்டு பிடிக்க வேண்டும்.

$$BD=852$$

பின்னிட்டு ADB என்னும் நேர்க்கோணமுள்ள முக்கோணத்தின் விஸ்தீர்ணத்தையும் DCB என்கிற முக்கோணத்தின் விஸ்தீர்ணத்தையும் 4-வது பாராவில் விவரித்தபடி கண்டு பிடிக்க :—

$$ADB = \frac{632 \times 571}{2} = 180,436$$

$$BCD = \sqrt{916 \times 64 \times 371 \times 481} = 102,232$$

மொத்தம் 282,668 சதுர லிங்க்ஸ்கள்.

அல்லது 2 ஏகரா 83 செண்டுகள்.

7. Area of a quadrilateral with two angles right angles.

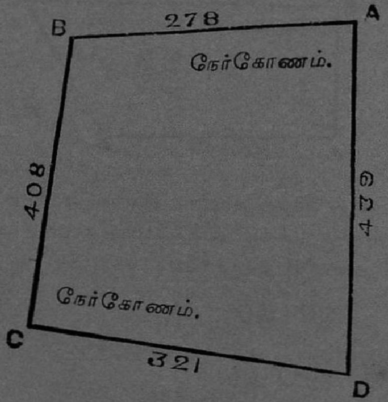
இரண்டு நேர்க்கோணங்களையுடைய நாற்கோணத்தின் விஸ்தீர்ணம்.

(*a*) When only each of the two opposite angles are right angles, the other two angles not being so.

இரண்டு எதிர் கோணங்கள் மட்டில் நேர்க்கோணமானால் :—

A. C. நேர்க்கோணங்கள்.

Fig. **79.**



ஒவ்வொரு நேர்க்கோணத்தையும் சார்ந்த இரண்டு பக்க அளவுகளையும் ஒன்றோடொன்று பெருக்கி இரண்டு தொகையையும் கூட்டி பாதியை கண்டு பிடிக்க :—

$$\frac{(AB \times AD) + (BC \times CD)}{2}$$

$$= \frac{(278 \times 439) + (408 \times 321)}{2}$$

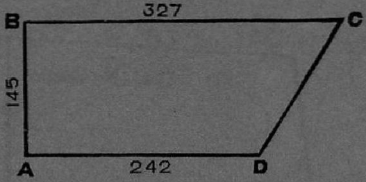
=126,505 சதுர லிங்க்ஸ்கள் அல்லது 1 ஏகரா 27 செண்டுகள்.

(*b*) When adjacent angles are right angles.

இரண்டு பக்க கோணங்கள் மட்டில் நேர்க் கோணமானால் :—

A. B. நேர்க்கோணங்கள்.

Fig. **80.**



இரண்டு நேர்க்கோணங்களையும் சார்ந்த கோட்டின் நீளத்தால் ஒரு பக்கமட்டில் நேர்க்கோணத்தைச்சார்ந்த, இரண்டு அளவின் சராசரியால் பெருக்க.

$$\frac{BC+AD}{2} \times AB$$

$$= \frac{327+242}{2} \times 145$$

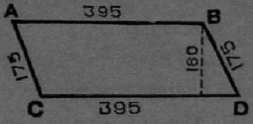
$$= \frac{569}{2} \times 145 = 41,252\tfrac{1}{2}$$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்

அதாவது 0 ஏகரா 41 செண்டுகள்.

8. Area of a parallelogram.

இருபக்கமும் சமதூர நாற்கோணத்தின் விஸ்தீர்ணம்.

Fig. **81.**



ABCD என்னும் இருபக்க சமதூர நாற்கோணத்தின் விஸ்தீர்ணம் AB அல்லது CD யின் நீளத்தை மேற்படி இரண்டு கோட்டுக்குமுள்ள ஆப்செட்டு அளவாகிய BE யின் நீளத்தால் பெருக்க வரும் :—

$$AB \times BE$$

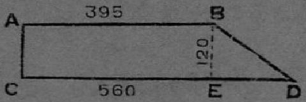
$395 \times 160 = 63{,}200$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்

அதாவது 0 ஏகரா 63 செண்டுகள்.

9. Area of a Trapezoid.

ஒரு பக்கமட்டில் சமதூரமுள்ள நாற்கோணத்தின் விஸ்தீர்ணம்.

Fig. **82.**



சமதூரமுள்ள இரண்டு எதிர் பக்கங்களையும் கூட்டிய பாதியை இவை இரண்டுக்கும் நடுவிலுள்ள ஆப்செட்டு அளவினால் பெருக்க வரும்:—

$$\frac{AB+CD}{2} \times BE$$

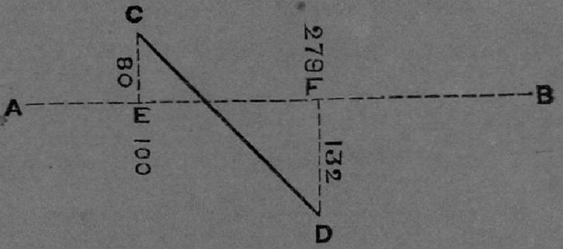
$$\frac{395+560}{2} \times 120 = 57{,}300$$ சதுர லிங்க்ஸ்கள்

அல்லது 0 ஏகரா 57 செண்டுகள்.

10. To find the difference of the area of two right-angled triangles on opposite sides of a chain line.

ஒரு செயின் லயனில் எதிர் பக்கங்களிலிருக்கப்பட்ட இரண்டு ஆப்செட்டுகளால் ஏற்பட்ட இரண்டு நேர்க்கோண முக்கோணங்களுக்கும் உண்டான விஸ்தீர்ணத்தின் வித்தியாசம் கண்டு பிடிக்க.

Fig. 83



வேண்டிய வித்தியாசம்.

DFG—GEC

இரண்டு ஆப்செட்டுகளின் வித்தியாசத்தின் பாதியை இரண்டு ஆப்செட்டுக்கும் மத்தியிலுள்ள செயின் லயனால் பெருக்க :—

$$\frac{FD - CE}{2} \times EF$$

$$= \frac{132 - 80}{2} \times (279 - 100)$$

$= 26 \times 179 = 4{,}654$ சதுர லிங்க்ஸ்கள் அல்லது 0 ஏகரா 5 செண்டுகள்.

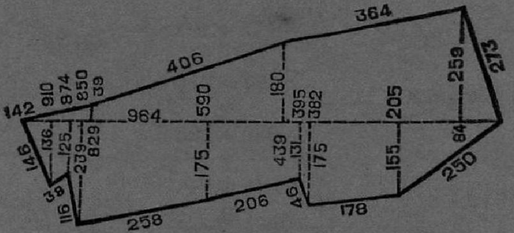
11. To find the area of a field when all stones have been offsetted on a single diagonal line.

ஒரே லயனில் எல்லா கற்களுக்கும் ஆப்செட்டு எடுக்கப்பட்டிருந்தால் அந்த புலத்திற்கு விஸ்தீர்ணம் குணிக்கும் வழி.

(*a*) When the chain line and offsets are within the field.

செயின் லயனும் ஆப்செட்டும் புலத்தின் ஹத்துக்குள் அடங்கிய கேசு.

Fig. **84**.



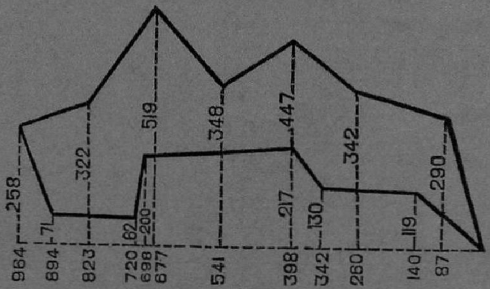
Chain line. செயின் லயன்.		Offsets. ஆப்செட்டு.	+ Product தகை.
	84	$\frac{259}{2}$	10,878
439 – 84	355	$\frac{259+180}{2}$	77,922½
829 – 439	390	$\frac{180+39}{2}$	42,705
964 – 829	135	$\frac{39}{2}$	2,632½
	205	$\frac{155}{2}$	31,775
382 – 205	177	$\frac{175+155}{2}$	29,205
395 – 382	13	$\frac{175+131}{2}$	1,989
590 – 395	195	$\frac{175+131}{2}$	29,835
850 – 590	260	$\frac{175+239}{2}$	53,820
874 – 850	24	$\frac{239+125}{2}$	4,368
910 – 874	156	$\frac{125+136}{2}$	4,698
964 – 910	54	$\frac{136}{2}$	3,672
			293,500

2 ஏகரா 94 செண்டுகள்.

(*b*) When the chain line lies outside the field.

செயின் லயன் நெம்பருக்கு வெளியில் போகும் கேசில்:—

Fig. 85.



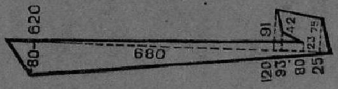
செயின் லயன்.	ஆப்செட்டு.	தகை.	
		+	—
87	$\frac{290}{2}=145$	12,615	
260—87 =173	$\frac{342+290}{2}=\frac{632}{2}$	54,668	
398—260=138	$\frac{447+342}{2}=\frac{789}{2}$	54,441	
541—398=143	$\frac{447+348}{2}=\frac{795}{2}$	56,842½	
677—541=136	$\frac{519+348}{2}=\frac{867}{2}$	58,956	
823—677=146	$\frac{519+322}{2}=\frac{841}{2}$	61,393	
964—823=141	$\frac{322+258}{2}=\frac{580}{2}$	40,890	

செயின் லயன்.	ஆப்செட்டு.	தொகை +	தொகை −
964—894= 70	$\frac{258+71}{2}=\frac{329}{2}$		11,515
894—720=174	$\frac{62+71}{2}=\frac{133}{2}$		11,571
720—698= 22	$\frac{200+62}{2}=131$		2,882
[illegible]98=300	$\frac{200+217}{2}=\frac{417}{2}$		62,550
398—342= 56	$\frac{217+130}{2}=\frac{347}{2}$		9,716
342—140=202	$\frac{130+119}{2}=\frac{249}{2}$		25,149
140	$\frac{119}{2}$		8,330
	மொத்தம்...	339,805½	131,713
	கழிவு...	131,713	
	நிகரம்...	208,092	
	அதாவது...	2 ஏகரா 8 செண்டு.	

(c) When offsets cross the boundary lying partly inside and partly outside.

ஆப்செட்டு புலத்திற்கு வெளியில் கொஞ்சமும் உள்ளே கொஞ்சமும் இருக்கும் கேசுகளில்.

Fig. **86**.



செயின் லாயன்.	ஆப்செட்டு.	தொகை.	
		+	−
25	$\frac{75}{2}$	$937\frac{1}{2}$	
$120-25=95$	$\frac{75+91}{2}=83$	7,885	
$120-93=27$	$\frac{42+91}{2}=\frac{133}{2}$		$1{,}795\frac{1}{2}$
$93-80=13$	$\frac{23+42}{2}=\frac{65}{2}$		$422\frac{1}{2}$
$650-80=570$	$\frac{23}{2}=$	6,555	
620	$\frac{80}{2}=40$	24,800	
$650-620=30$	$\frac{80}{2}=40$	1200	
	மொத்தம் ...	$41{,}377\frac{1}{2}$	2,218
	கழிவு ...	2,218	
	நிகரம் ...	$39{,}159\frac{1}{2}$	

அதாவது 39 செண்டுகள்.

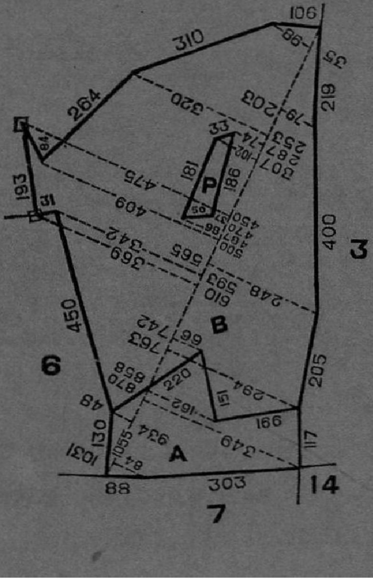
12. To find the area of all the sub-divisions of a field when the stones have all been offsetted on a single line.

ஒரே லயனில் ஒரு சர்வே புலத்தின் எல்லாகந்களுக்கும் ஆப்செட்டுகள் எடுக்கப்பட்டிருந்தால் அந்த சர்வே நெம்பரின் சப்டிவிஷன்களுக்கு விஸ்தீர்ணம் தனித்தனி கண்டு பிடிக்கும் வழி.

Fig. **87**.

District—Salem.	Field	Village.	No. 7.
Taluk—Salem.	No. 5.		Name—Periyeri. Salem Mittah.

Area	**4 · 36** **Acres.**
A	0 · 63
B	3 · 66
P	0 · 7



Sub-Division. சப் டிவிஷன்.	செயின் லயன் நிகளம்.	ஆப்செட்டு.	பெருக்கி வந்த துகை. கூட்டல்.	பெருக்கி வந்த துகை. கழித்தல்.
A	1055 − 1031 = 24	$\frac{84}{2}=42$	1,008	
	1031 − 870 = 161	$\frac{84+349}{2}=\frac{433}{2}$	34,856½	
	870 − 763 = 107	$\frac{349+294}{2}=\frac{643}{4}$	34,400½	
	858 − 763 = 95	$\frac{162+294}{2}=228$	...	21,660
	858 − 742 = 116	$\frac{162+66}{2}=114$	13,224	
	934 − 742 = 192	$\frac{66-48}{2}=9$	...	1,728
	1055 − 934 = 121	$\frac{48}{2}=24$	2,904	
	Total. மொத்தம். ...		86,393	23,388
	Deduct. கழித்தல். ...		23,388	
	சப் டிவிஷன் A யின் நிகர விஸ்தீர்ணம். Net area of Sub-Division A.		63,005	=63 செண்டு.
P	487 − 307 = 180	$\frac{86+102}{2}=94$	16,920	
	307 − 287 = 20	$\frac{102+74}{2}=88$	1760	
	470 − 287 = 183	$\frac{37+74}{2}=\frac{111}{2}$		10
	487 − 470 = 17	$\frac{86+37}{2}=\frac{123}{2}$		1,045½

Sub-Division. சப் டிவிஷன்.	செயின் லயன் நிகளம்.	ஆப்செட்டு.	பெருக்கி வந்த தொகை.	
			கூட்டல்.	கழித்தல்.
		மொத்தம்... கழித்தல்...	18,680 11,202	11,202
	ஆக சப்டிவிஷன் P யின் நிகர விஸ்தீர்ணம். Net area of Sub-Division P.		7,478	7 செண்டு.

Sub-Division.	Base Line. செயின் லயன்.	Offset. ஆப்செட்டுகள்.	Product. தொகை.	
			Plus. +	Minus −
B with P	35	$\frac{98}{2} = 49$	1,715	
	253 − 35 = 218	$\frac{320 + 98}{2} = 209$	45,562	
	500 − 253 = 247	$\frac{409 + 320}{2} = \frac{729}{2}$	90,031½	
	500 − 450 = 50	$\frac{475 + 409}{2} = 442$		22,100
	610 − 450 = 160	$\frac{369 + 475}{2} = 422$	67,520	
	610 − 593 = 17	$\frac{369 + 342}{2} = \frac{711}{2}$		6,043½
	934 − 593 = 341	$\frac{48 + 342}{2} = 195$	66,495	

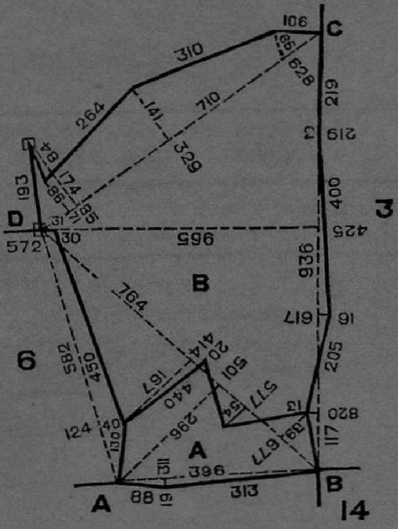
Sub-Division.	Base Line. செயின் லயன்.	Offset ஆப்செட்டுகள்.	Product. தொகை. Plus. +	Minus. −
	$934-742=192$	$\frac{66-48}{2}=9$	1,728	
	$858-742=116$	$\frac{162+66}{2}=114$		13,224
	$858-763=95$	$\frac{162+294}{2}=\frac{456}{2}$	21,660	
	$763-565=198$	$\frac{294+248}{2}=271$	53,658	
	$565-203=362$	$\frac{248+79}{2}=\frac{327}{2}$	59,187	
	203	$\frac{79}{2}$	$8,018\frac{1}{2}$	
	Total Area. மொத்தம்...		415,575	$41,367\frac{1}{2}$
	Deduct. கழிவு...		$41,367\frac{1}{2}$	
	Net area of B with P P யுடன் B யின் விஸ்தீர்ணம்.		$374,207\frac{1}{2}$	
	Deduct area of P P யுடன் விஸ்தீர்ணம்.		7,478	
	Net area of B B யின் விஸ்தீர்ணம்.		$3,66,729\frac{1}{2}$ $=3{\cdot}66$	

3 ஏகரா 66 செண்டுகள்.

13. டயாகனல் ஆப்செட்டு முக்கோணவழியாய் சர்வே செய்யப்பட்ட ஏதேனும் ஒரு புலத்தினும் அதின் சப்டிவிஷன்களினும் விஸ்தீர்ணம் கணிதவழியாய் கண்டு பிடிக்க.

Fig. **88.**

District—Salem. Taluk—Salem. Field No. 5. Village. No. 7. Name—Periyeri. Salem Mittah. Area 4·35 acres.



பூரா புலத்தின் விஸ்தீரணத்தை கணிதத்தினல் கண்டு பிடிப்பது.

	செயின்லயன்.	ஆப்செட்டு.	பெருக்குத் தொகை.	
			கூட்டல்	கழித்தல்
முக்கோணம் ABD	764	$\frac{296}{2}$	113,072	
ஷை BDC	936	$\frac{569}{2}$	266,292	
AB லயன் ஓரமாய்	396	$\frac{19}{2}$	3,762	
BC ஓரமாய்	219	$\frac{3}{2}$		328½
	617 − 219	$\frac{16-3}{2}$	2,587	
	820 − 617	$\frac{16-13}{2}$	304½	
	936 − 820	$\frac{13}{2}$		754
CD லயன் ஓரமாய்	85	$\frac{174}{2}$	7,395	
	85 − 71	$\frac{174+86}{2}$		1,820
	329 − 71	$\frac{141+86}{2}$	29, 283	
	628 − 329	$\frac{141+66}{2}$	30,946½	
	710 − 628	$\frac{66}{2}$	2,706	

	செயின்லயன்.	ஆப்செட்டு	பெருக்குத் தொகை.	
			கூட்டல்	கழித்தல்.
DA லயன் ஓரமாய்	124	$\frac{40}{2}$		2,480
	572 − 124	$\frac{40+30}{2}$		15,680
	582 − 572	$\frac{30}{2}$		150
		மொத்தம்...	456,348	21,212½
		கழிக்க...	21,212½	

பாக்கி புலத்தின் பூரா விஸ்திரணம்...435,135½ or 4·35.

சப்டிவிஷன்களின் விஸ்தீரணத்தை கணிதத்தினால் தனித்தனி கண்டு பிடிப்பது.

	செயின் லேன்.	ஆப்செட்டு.	தொகை.	
			கூட்டல்.	கழித்தல்.
A.	764—501=263	$\frac{296}{2}$	38, 924	
	396	$\frac{19}{2}$	3, 762	
	764—677=87	$\frac{79}{2}$	3, 436½	
	677—577=100	$\frac{79-54}{2}=\frac{25}{2}$	1, 250	
	577—445=132	$\frac{54-20}{2}=17$		2, 244
	415—414=31	$\frac{197-20}{2}=\frac{177}{2}$		2, 743½
	501—414=87	$\frac{296+197}{2}=\frac{493}{2}$	21, 445½	
		மொத்தம்...	68,818	4,987½
		கழிவு...	4,987½	

A. சப் டிவிஷனின் நிகரம்

விஸ்தீர்ணம்... 63,830½ =63 செண்டுகள்.

	செயின் லின்.	ஆப்செட்டு.	தகை.	
			கூட்டல்.	கழித்தல்.
B.	936	$\frac{569}{2}$	2,66,292	
	764—677=87	$\frac{79}{2}$		3,436½
	677—577=100	$\frac{79-54}{2}=\frac{25}{2}$		1,250
	577—445=132	$\frac{54-20}{2}=17$	2,244	
	445—414=31	$\frac{197-20}{2}=\frac{177}{2}$	2,743½	
	501	$\frac{296}{2}$	74,148	
	501—414=87	$\frac{197+296}{2}=\frac{493}{2}$		21,445½
	124	$\frac{40}{2}=20$		2,480
	572—124=448	$\frac{30+40}{2}=35$		15,680
	582—572=10	$\frac{30}{2}=15$		150
	85	$\frac{174}{2}=87$	7,395	
	85—71=14	$\frac{174+86}{2}=130$		1,820
	329—71=258	$\frac{141+86}{2}=\frac{227}{2}$	29,283	
	628—329=299	$\frac{141+66}{2}=\frac{207}{2}$	30,946½	
	710—628=82	$\frac{66}{2}=33$	2,706	
	219	$\frac{3}{2}$		328½
	617—219=398	$\frac{16-3}{2}=\frac{13}{2}$	2,587	

	செயின் லைன்.	ஆப்செட்டு.	தகை.	
			கூட்டல்.	கழித்தல்,
	820—617=203	$\frac{16-13}{2}=\frac{3}{2}$	$304\frac{1}{2}$	
	936—820=116	$\frac{13}{2}$		754
		மொத்தம் ...	$418,649\frac{1}{2}$	$47,344\frac{1}{2}$
		தள்ளுபடி ...	$47,344\frac{1}{2}$	

B. சப்டிவிஷனின் நிகரம்

விஸ்திரணம் ... 3,71,305 = 371 செண்டுகள்.

	ஏ.	செ.
A. சப்டிவிஷனின்நிகரம் விஸ்திரணம் ...	0	63
B. சப்டிவிஷனின் நிகரம் விஸ்திரணம் ...	3	72
செம்பரின் மொத்த விஸ்திர்ணம்...	4	35

CHAPTER IX.

அத்தியாயம் 9.

INSTRUCTIONS FOR REFIXING THE POSITIONS OF MISSING STONES.

காணுமற்போன கற்களின் எதாஸ்தானத்தைக் கண்டு பிடித்து அவைகளை நட்டுவைக்கும் விஷயத்தில் உபயோகிக்கவேண்டிய உபாயங்களாவன :—

கவனிப்பு :—சரியான இடத்திலிருக்கப்பட்ட இரண்டு கற்களின் ஆதரவைக்கொண்டே காணுமற்போயிருக்கும் கல் அல்லது கற்கள் ஸ்தாபிக்கப்படவேண்டுமாகையால் காணுமற்போயிருக்கும் கற்களின் எதாஸ்தானத்தை நிர்த்தாரணை செய்வதற்கு முன் எந்த இரண்டு கற்களின் ஆதரவைக்கொண்டு நிர்த்தாரணை செய்ய உத்தேசித்திருக்கிறோமோ, அந்த இரண்டு கற்களும் ஏற்கனவே ஏற்பட்டிருக்கும் அளவுப்படி சரியான இடத்திலிருக்கின்றனவா என்பதை நிஷ்கரிஷையாய் பரிசோதித்தறிந்துகொள்ள வேண்டியது.

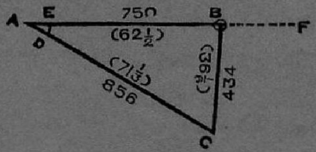
1. When one of the stones in a triangle which has not been offsetted is missing and when the sides are either given or can be measured on the ground or calculated.

ஆப்செட்டு அளவுகளின் ஆதரவில்லாத ஒரு முக்கோணத்தின் எதாவது ஒரு மூலையில் காணுமற் போயிருக்கும் கல்லைக் கண்டுபிடித்து நட்டுவைக்கும்வழி.

(*a*) First Method.—முதல் வழி.

By taking proportionate parts.

Fig. **89**.



1. ABC என்ற முக்கோணத்தில் ○ இவ்வடையாளமிட்ட கல் காணாமற் போயிருப்பதாயும் அதை எதா ஸ்தானத்தில் ஸ்தாபிக்கவேண்டியிருப்பதாயும் வைத்துக் கொள்ளுவோம்.

2. காணாமற்போன ○ இவ்வடையாளமிட்ட கல்லுக்குச் சம்மந்தப்பட்ட இரண்டு லயன்களின் அளவுகளையும் கூட்டி வந்த மொத்த தொகையை, கூடிய வரையில் எந்தப் பெரிய எண்ணினால் வகுத்தால் 100-க்கு மேற்படாத ஈவு வருமோ அந்த எண்ணை, அடியிற்கண்ட பிரகாரம் கண்டு பிடித்துக்கொள்ளவேண்டியது.

Example. உதாரணம்:—

AB = 750
CB = 434

$$AB + CB = \left.\begin{array}{r}750\\434\end{array}\right\} \quad \overline{1184}$$

$$1184 \div 12 = 98\tfrac{8}{12}$$

3. மேற்கண்ட வகுக்கு மெண்ணினால் (அதாவது 12-ல்) முக்கோணத்தின் பிரதி பக்கத்தின் அளவையும் தனித்தனியாய் வகுத்து வந்த ஈவை ஸ்கெச்சில் அந்தந்த

பக்கத்துக்கு நேராக தாக்கல் செய்யவேண்டியது. இவ்வி தம் ஈவாய் வந்த தொகையை நமூது செய்வதில் அவைகள் பிரத்தியேகமாய்த் தெரியும்பொருட்டு பிராக்கெட்டுக்குள் (Bracket) அடைத்து வைத்துக் கொள்ளுவோம்.

Example. உதாரணம் :—

$AB = 750 \div 12 = 62\frac{1}{2}$.

$BC = 434 \div 12 = 36\frac{1}{6}$.

$CA = 856 \div 12 = 71\frac{1}{3}$.

4. பிறகு பூமியில் ஆஜரிலிருக்கும் A அடையாள மிட்ட கல்லிடம் நின்று கொண்டு AC லயனில் ஷெ லயன் அளவின் ஈவாகிய $71\frac{1}{3}$ என்னும் அளவுக்குச் சரி யாய் D என்னுமிடத்தில் ஒரு முளை யடிக்க வேண்டியது.

5. பிறகு சங்கிலியின் கைப்பிடியை A அடை யாளமிட்ட கல்லின் பேரில் வைத்து AB & BC லயன் களின் மொத்த அளவை 12-ல் வகுக்கப்பட்டு வந்த ஈவாகிய $98\frac{8}{12}$ அளவு எற்படத்தக்கதாய் சங்கிலியின் மற்றொரு பக்கத்தை மற்றொருவனிடம் கொடுத்து AC லயனில் $71\frac{1}{3}$ அளவுப்படிக்குள்ள D என்ற முளையில் கெட்டியாய்ப் பிடித்துக் கொள்ள செய்யவேண்டியது.

6. பிறகு AB அளவின் ஈவாகிய $62\frac{1}{2}$-வது லிங்க் ஸில் சங்கிலியைப் பிடித்து தளர்ச்சியில்லாமல் இழுத் தால் E என்னும் ஒரு குறி எற்படும். அந்த இடத்தில் ஒரு முளையை யடித்துக் கொள்ளவேண்டியது. அதாவது A யிலிருந்து E $62\frac{1}{2}$; E யிலிருந்து D $36\frac{1}{2}$; A யிலிருந்து D $71\frac{1}{3}$ எற்படும்.

7. இப்போது AE என்ற லயனை நேராயும் கூடியவரையில் தூரமாயும் F அடையாளமிட்ட குறி வரையில் நீட்டி அந்த F குறியில் ஒரு ஜெண்டாவை நட்டுவைத்து அதே லயனில் A என்னும் கல்லிலிருந்து 750 லிங்க்ஸ் வரையில் அளந்துகொண்டுபோய் அந்த இடத்தில் கல் நட்டுவைத்தால் காணமற்போன * B அடையாளமிட்ட கல்லை எதாஸ்தானத்தில் ஸ்தாபித்த தாகும்.

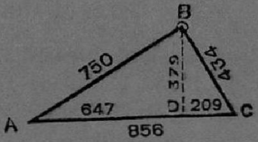
8. இவ்விதம் ஏற்பட்டிருக்கும் B அடையாள மிட்ட கல்லுக்கு C யிலிருந்து ஏற்கனவே ஏற்பட்டிருக் கிற அளவுப்படி இருக்கிறதாவென்று பரிசோதித்தறிந்து சொல்ப வித்தியாசங்கள் ஏதேனு மிருக்குமாகில் அதை சராசரி செய்து கல் நட்டுவைக்க வேண்டியது.

(*b*) Another method—மற்றொரு வழி.

By calculation of segment and offset.

ஆப்செட்டும் செயின் அளவும் கண்டு பிடித்து நடும் வழி.

Fig. **90**.



காணமற்போன B கல்லுக்கு AC லயனில் எவ்வள வில் எவ்வளவு ஆப்செட்டு வருமென்று கண்டுபிடிக்க வேணும். Fig 76ல் காட்டியபடி AD செயின் லயினாக வும் BD ஆப்செட்டாகவும் வருவதாயிருந்தால் அவை களின் அளவுகளை அடியில் விவரித்தபடி கண்டு கொள் ளலாம்.

$$AD = \frac{AB^2 + AC^2 - BC^2}{2\,AC.}$$

$$= \frac{(750)^2 + (856)^2 - (434)^2}{2 \times 856}$$

$$= \frac{562500 + 732736 - 188356}{1712} = 647$$

$$BD = \sqrt{AB^2 - AD^2} \text{ or } \sqrt{BC^2 - DC^2}$$

$$= \sqrt{750^2 - 647^2} \text{ or } \sqrt{434^2 - 209^2}$$

$$= 379$$

இவ்விதம் AD, BD அளவுகளை கண்டுபிடித்த பிறகு AC லயனிலிருந்து BD ஆப்செட்டு எடுத்து B கல்லை நடவேண்டியது.

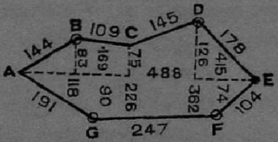
2. When the survey has been made by diagonal and offset method.

செயின் லயன் ஆப்செட்டுகளுடன் சர்வே செய்து பிளாட்டு ஆயிருக்கும் கேசுகளில் :—

(*a*) When the offsetted stones are missing.

ஆப்செட்டுகள் எடுக்கப்பட்டிருக்கும் கற்கள் காணாமல் போயிருக்குமானால் அவைகளை நடும் வழி.

Fig. **91**.

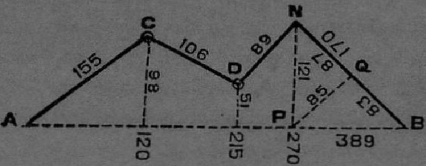


91-வது பிகரில் AE லயனிலிருந்து ஆப்செட்டு எடுக்கப்பட்டிருக்கும் B,C,D,F,G என்னும் கற்களில் B,D,F, G என்னும் கற்கள் காணாமல் போயிருக்கும் கேசுகளில் AE என்னும் செயின் லயனை அளந்து அது சரியாயிருக்கிறதா வென்று தனிக்கைசெய்துக் கொண்டு B,D,F,G என்னும் கற்களை பழைய ஆப்செட்டுகளின் அளவுகளை அனுசரித்து ஆப்செட்டுகள் எடுத்து நடவேண்டியது.

(*b*) When one of the station stones is missing and an offsetted stone adjoining to the other existing station stone is present.

ஸ்டேஷன் கற்களில் ஒன்று காணாமலிருக்க, மற்றொரு ஸ்டேஷன் கல்லும் அதன் அடுத்த ஆப்செட்டுக் கல் ஒன்றும் ஆஜரிலிருந்தால் அவைகளைக் கொண்டு நடும் வழி.

Fig. **92**.



இதில் A என்ற ஸ்டேஷன் கல் இல்லே. B என்கிற ஸ்டேஷனும் அதற்கு அடுத்த N என்னும் ஆப்செட்டு எடுக்கப்பட்ட கல்லும் ஆஜரிலிருக்கிறது. P என்னும் குறி AB லயனில் N க்கு ஆப்செட்டு எடுத்த இடம். Q என்னும் குறி NB யில் P என்னும் குறிக்கு ஆப்செட்டு கிடைக்கத்தகுந்த விடமாகயிருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம்.

$$BQ = \frac{BP^2}{BN} \ \&$$

$$PQ = \sqrt{BP^2 - BQ^2} \text{ அல்லது } \sqrt{NP^2 - NQ^2}$$

என்னும் சூத்திரங்களால் BQ, PQ அளவுகளைக் கண்டு பிடித்து BN லயனில் BQ என்னும் செயின் அளவில் PQ என்னும் ஆப்செட்டு எடுத்து P என்னுமிடத்தை ஸ்தாபித்துக்கொள்ள வேண்டியது.

$$BQ \text{ அளவாவது } \frac{(119)^2}{170} = \frac{14161}{170} = 83$$

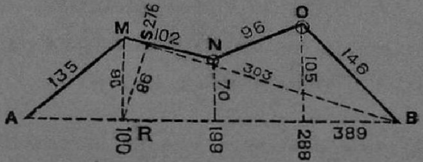
$$PQ = \sqrt{(119)^2 - (83)^2} = \sqrt{7272} = 85$$

பிறகு பூமியில் BN அளவு 170 இருக்கிறதா வென்று தனிக்கை செய்துகொண்டு BQ வில் QP என்னும் அதாவது 83 ல் 85 என்கிற ஆப்செட்டை அளந்தால் P என்னும் குறி கிடைக்கும். பிறகு BP ன் நேரான லயனில் வேண்டுமான தூரத்தில் ஒரு ஜண்டாபோட்ட வைத்து BA ன் அளவாகிய 389 ஐ அந்த லயனில் அளந்தால் A என்னும் கல்லினிடம் ஏற்படும்; பின்பு மற்ற காணமல்போன ஆப்செட்டு கற்களேயும் முன் சொன்ன பிரகாரம் நடவேண்டியது.

(c) **When one of the station stones is missing and an offsetted stone not adjoining the other existing station is present.**

ஸ்டேஷன் கற்களில் ஒன்று காணாமல் போய் மற்றொன்று இருந்தும் அதன் பக்கத்தில் எடுக்கப்பட்ட ஆப்செட்டுக் கல் பூமியில் இல்லாமல் வேறே ஆப்செட்டு கற்களில் ஒன்று இருக்குமானால் காணாமற்போன கற்களை நட்டு வைக்கும் விதம்.

Fig. **93.**



இதில் A என்னும் ஸ்டேஷன் கல் இல்லை. B என்னும் ஸ்டேஷன் கல்லும் M என்னும் ஆப்செட்டு எடுத்த கல்லும் ஆஜரிலிருக்கிறது. பூமியில் போய் BM என்னும் அளவு $\sqrt{BR^2+MR^2}=$

$$\sqrt{289^2+90^2}=\sqrt{83521+8100}=\sqrt{91621}$$

$=303$ சரியாயிருக்கிறதா வென்று தனிக்கை செய்து கொண்டு முன் பாராவில் விவரித்த சூத்திரங்களால் BS, RS அளவுகளாகிய

$$BS=\frac{(289)^2}{303}=276$$

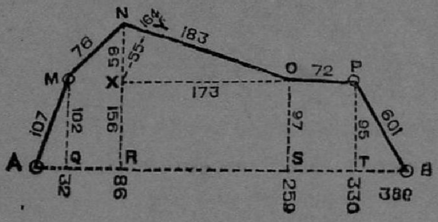
$$RS=\sqrt{(289)^2-(276)^2}=\sqrt{7345}=86$$ ஐ

கண்டு பிடித்து BM லயனில் 276 ல் 86 என்னும் ஆப்செட்டினால் R என்னுமிடத்தை ஸ்தாபித்துக்கொண்டு BR லயனில் ஓர் ஜண்டாவைப் போதுமான தூரத்தில் நட்டு 389 அளந்து A என்னும் ஸ்டேஷன் கல்லை ஸ்தாபித்துக்கொண்டு மற்ற N. O, கற்களை நடவேண்டியது.

(*d*) When both the station stones are missing and two adjacent offsetted stones on the same side of the chain line exist.

இரண்டு ஸ்டேஷன் கற்களும் காணாமல் செயின் லயனுக்கு ஒரே பக்கத்தில் ஆப்செட்டு எடுக்கப்பட்ட இரண்டு அடுத்த கற்கள் ஆஜரிலிருந்தால்.

Fig. **94**.



AB என்னும் இரண்டு ஸ்டேஷன் கற்களும் காணா மல் போய் N, O என்று ஆப்செட்டு எடுக்கப்பட்ட அடுத்த இரண்டு கற்கள் ஆஜரிலிருக்கும்போது காணம லிருக்கும் கற்களை நட உபாயம்.

N, O என்கிற கற்களுக்கு எடுக்கப்பட்ட ஆப்செட்டு 156-97 என்னும் அளவுகளின் வித்தியாசம் 59 என்பது NX ன் அளவு;(259-86) என்னும் செயின் அளவுகளின் வித்தியாசமான 173 X O ன் அளவு. NO லயனி லிருந்து X க்கு ஆப்செட்டு கண்டுபிடிக்கும் சூத்திரத் தால் OY-XY என்னும் அளவுகளாகிய

$$OY = \frac{(173)^2}{183} = 164$$

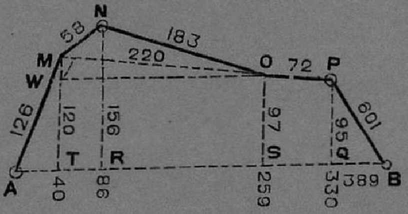
$$YX = \sqrt{173^2 - 164^2} = \sqrt{3033} = 55$$

164-55 என்னும் அளவுகளைக் கண்டுபிடித்து ON லயனில் 164 ல் 55 என்னும் ஆப்செட்டு எடுத்து X என்னும் இடத்தை குறித்துக்கொள்ள வேண்டியது. பிறகு NX என்னும் லயனில் 156 லிங்க்ஸ் ஆகிய ஆப் செட்டின் அளவை அளந்து R என்னும் இடத்தை ஸ்தா பித்துக் கொள்ள வேண்டியது; R குறியில் கிராஸ் டாப்பை நிறுத்தி RN என்னும் லயனுக்கு நேராக வைத் தால் AB குறுக்கு லயன் ஏற்படும். அந்த லயனில் AB கற்களை நட்டுக்கொண்டு மற்ற கற்களை நடவேண் டு.

(*e*) When both the station stones are missing and two remote offsetted stones exist on the same side of the chain line.

இரண்டு ஸ்டேஷன் கற்களும் காணாமலும் செயின் லயனுக்கு ஒரேபக்கத்தில் ஆப்செட்டு எடுக்கப்பட்ட அடுத்தடுத்தில்லாத இரண்டு கற்கள் மட்டில் ஆஜரிலுமிருக்குமானால்:—

Fig. **95.**



A, B என்னும் இரண்டு ஸ்டேஷன் கற்களும் காணாமல் போய் M, O என்னும் கற்கள் மாத்திரம் பூமியில் ஆஜரில் இருக்குமானால் அவைகளை நடும் வழி.

OM என்பதின் அளவு

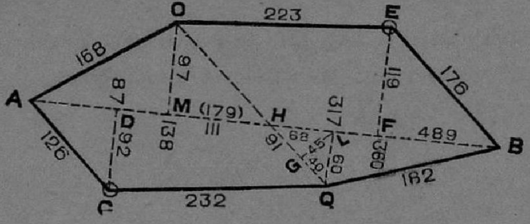
$(120-97)^2+(259-40)^2=\sqrt{23^2+219^2}=220$ ஆக கண்டுபிடித்து OM அளவை தனிக்கை செய்யவும். M,O என்னும் குறிகளுக்கு A B லயனில் T, S என்னுமிடங்களில் ஆப்செட்டு கிடைத்ததாய் வைத்துக் கொள்வோம். S O (97) க்கு சரியாய் T M லயனில்

T W வை யேற்படுத்த வேண்டியது. பின்பு W என்னும் இடத்திற்கு M O லயனில் ஆப்செட்டு கண்டு பிடித்து W என்னும் குறியை பூமியில் ஸ்தாபித்து MW லயனில் 120 அளந்தால் T என்னும் குறியின் ஸ்தான மேற்படும். முன் சொன்னமாதிரி T குறியில் கிராஸ் டாப்பை நிறுத்தி TM லயனுக்கு நேராக வைக்க AM என்னும் குறுக்கு லயன் ஏற்படும். அதைக் கொண்டு மற்ற ஆப்செட்டு கற்களை நடவேண்டியது.

(*f*) When both the station stones are missing, and when two off-setted stones on opposite sides of the chain line exist.

இரண்டு ஸ்டேஷன் கற்களும் காணாமல் எதிர் பக்கங்களில் ஆப்செட்டு எடுக்கப்பட்ட இரண்டு கற்கள் மட்டும் ஆஜரி லிருக்குமானால்

Fig. **96.**



AB என்னும் இரண்டு ஸ்டேஷன்களும் காணமல் போய், O, Q, என்கிற இரண்டு எதிர்பக்கத்து ஆப் செட்டுகற்கள் பூமியிலிருக்கின்றன. OQ லயனை அளந்து அது

$$\sqrt{(OM+LQ)^2+LM^2}=\sqrt{(97+60)^2+(179)^2}$$

238 இருக்கிறதா என்று தனிக்கை செய்துகொள்ள வேண்டும்.

$$\text{பிறகு } QH=\frac{(LQ\times OQ)}{(OM+LQ)}$$

$$\&\ HL=\frac{LM\times LQ}{(OM+LQ)}$$

என்கிற சூத்திரங்களால் QH. HL அளவுகளைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

$$QH=\frac{60\times 238}{(97+60)}=91$$

$$HL=\frac{179\times 60}{(97+60)}=68$$

$$\text{பிறகு } GQ=\frac{QL^2}{QH};\ GL=\sqrt{QL^2-QG^2}\text{ என்கிற}$$

வாய்ப்பாடுகளால் QG, QL அளவுகளாகிய செயின் ஆப் செட்டு அளவுகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டியது.

$$GQ=\frac{(60)^2}{91}=40$$

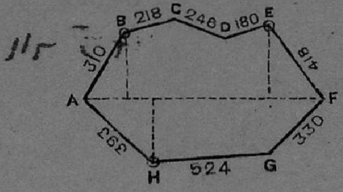
$$GL=\sqrt{60^2-40^2}=45$$

பூமியில் QO லயனில் GQ அளவாகிய 40 லிங்க்ஸில் GL அளவாகிய 45 யை ஓர் ஆப்செட்டாக வைத்து L என்னும் இடத்தை ஸ்தாபித்தும் QH அளவாகிய 91 ல் H யை ஸ்தாபித்துக்கொண்டும் LH லயனில் இரு பக்கமும் போதுமான அளவில் ஜண்டாக்கள் போட்டு வைத்து, AB என்னும் இரண்டு ஸ்டேஷன்களையும் ஸ்தாபிக்கவேண்டியது. மற்றகற்களுக்குப்பழைய செயின் ஆப்செட்டு அளவுகள் பிரகாரம் ஆப்செட்டு எடுத்து நட்டு வைக்கவேண்டியது.

3. When the stones are missing in a survey made in block system where the field boundary measurements alone are available in a Map plotted to scale, as per Fig. 83.

பிளாக்கு சிஸ்டத்தால் சர்வே செய்யப்பட்டு சரியான பிளானிருக்கும் கேசுகளில் சுத்தளவுகள் மாத்திரம் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால் காணமற்போயிருக்கும் கற்களை நடும் வழி.

Fig. **97.**



மேற்கண்ட ஸ்கெச்சில் B, E, H என்கிற மூன்று கற்கள் காணுமல் இருக்கின்றன. பூமியில் இருக்கும் கற்களில் அளப்பதற்கு சவுகரியமான லயனில் ஒன்ருகிய AF என்னும் லயனைச் சேர்த்து அதன் அளவை ஸ்கேலினுல் எடுத்து குறித்து அதை பூமியில் தனிக்கை செய்ய வேண்டும்.

பிறகு AF லயனில் B, E, H என்னும் கற்களுக்கு ஆப்செட்டுகளை ஸ்கேலினுல் எடுத்து குறித்துக் கொள்ளவும். பின்பு பூமியில் போய் AF லயனை அளந்து அதில் குறித்துக்கொண்ட பிரகாரம ஆப்செட்டுகள் வைத்துக் கொண்டு B,E,H என்னும் கற்களின் இடத்தைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டியது. அப்புறம் B என்னும் இடத்தை AB-CB என்னும் அளவுகளாலேயும் E என்பதை DE FE என்னும் அளவுகளாலேயும் H என்பதை AH-GH என்னும் அளவுகளாலேயும் தனிக்கை செய்து கொண்டு கற்களை நடவேண்டியது.

HOE & Co.,
PRINTERS.
MADRAS

ERRATA SLIP.

NARAYANAIYAR'S

HAND-BOOK

ON

PRACTICAL CHAIN SURVEY.

TAMIL EDITION.

PAGE 19.

line 11—for 'missing' read 'present.'

line 15—for 'missing' read 'present.'

PAGE 35.

line 16—for 'மற்றொரு' read 'ஒடி.'

PAGE 120.

lines 9 & 11—for 'சமதூர முள்ள' read 'சமசரிதூர முள்ள.'

PAGE 148.

line 6—for 'AM' read 'AB.'